

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creada por Ley N° 25265)



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
TESIS

**“EVALUACIÓN DE TRES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE
SEMILLA PREBASICA EN CUATRO VARIEDADES DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L.) INIA - HUANCAYO”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
PRODUCCIÓN DE SEMILLA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR LA BACHILLER:
NUÑEZ IZARRA, Flor

HUANCVELICA - 2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por Ley N° 25265)



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE AGRONOMIA

TESIS

“EVALUACIÓN DE TRES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA PREBASICA EN CUATRO VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) INIA – HUANCAYO”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

PRODUCCIÓN DE SEMILLA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

NUÑEZ IZARRA, Flor

HUANCABELICA - 2014

103

ACTA DE SUSTENTACION O APROBACION DE UNA DE LAS MODALIDADES DE TITULACION

En la ciudad Universitaria "Común Era", auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, a los 16 días del mes de Enero del año 2014 a horas 10 am, se reunieron, el jurado calificador, conformado de la siguiente manera:

PRESIDENTE : Mg. Sc. Ing. Efraín David Esteban Nolberto

SECRETARIO : Ing. Leonidas Laura Quispetupa

VOCAL : Ing. Carlos Raul Verastegui Rojas

Designados con la resolución N° 643, del Proyecto de Investigación, titulado: **"Evaluación de tres sistemas de producción de semilla pre básica en cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) INIA – Huancayo"**.

Cuyo autor es la graduada:

Bachiller: **Núñez Izarra Flor.**

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del Proyecto de investigación, antes citado.

Finalizado la evaluación; Se invito al público presente y al sustentante abandonar el recinto; y luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente el resultado:

APROBADO

POR.....Unanimidad

DESAPROBADO

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.



PRESIDENTE



SECRETARIO



VOCAL

102

Asesor:Mg.Sc.Ing. Rolando Porta Chupurgo

Co-asesor:Ing. Rafael Vinci Torres Maita

101

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por la vida que llevo.

A mis queridos padres Antonio Nuñez y María Izarra, por sus orientaciones y apoyo en el logro de mi profesión.

A mis hermanos: Katty, Sonia, Raúl y Daniela por el cariño brindado y años compartidos.

AGRADECIMIENTO

- ❖ A la Universidad Nacional de Huancavelica, de la Escuela Académico Profesional de Agronomía, de la Facultad de Ciencias Agrarias.
- ❖ A los docentes de la E.A.P. Agronomía por sus valiosos aportes en mi formación profesional.
- ❖ Al Instituto Nacional de Innovación Agraria de la Estación Experimental Agraria "Santa Ana" INIA – Huancayo.
- ❖ Finalmente, expreso mis más sinceros agradecimientos a mis padres.

INDICE

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
CAPITULO I: PROBLEMA	12
1.1. Planteamiento del Problema	13
1.2. Formulación del Problema	13
1.3. Objetivo: General y Especifico	13
1.4. Justificación	13
1.4.1. Económico	14
1.4.2. Científico y tecnológico	14
1.4.3. Social	15
CAPITULO II: MARCO TEORICO	16
2.1. Antecedentes	16
2.2. Bases Teóricas	20
2.2.1. Clásica o convencional	20
2.2.2. Arenoponia	21
2.2.3. Aeroponia	21
2.2.4. Invernadero	21
2.2.5. Clasificación Científica	23
2.2.6. Descripción de la planta	23
2.2.6.1. Hoja	23
2.2.6.2. Tallo	24
2.2.6.3. Tallos aéreos	24
2.2.6.4. Rizomas	24
2.2.6.5. Tubérculos	25

2.2.6.6. Raíz	25
2.2.6.7. Inflorescencia y flor	25
2.2.6.8. Fruto y semillas	26
2.2.7. Manejo de brotes	26
2.2.8. Solución Nutritiva	27
2.2.9. Técnicas de multiplicación de la papa	28
2.2.9.1. Brotes	28
2.2.9.2. In vitro	29
2.2.9.3. Esquejes	29
2.2.9.4. Meristemo	30
2.2.10. Características de las variedades	30
2.2.10.1. Universidad Nacional Agraria la Molina UNALM Yungay	30
a. Origen	30
b. Características de la planta	30
c. Características del tubérculo	31
d. Características agronómicas	31
2.2.10.2. INIA 309 – Serranita	31
a. Origen	31
b. Características de la planta	32
c. Características del tubérculo	32
d. Características agronómicas	32
2.2.10.3. INIA 302 – Amarilis	32
a. Características de la planta	32
b. Características del tubérculo	33
2.2.10.4. INIA 313 –Wankita	33
a. Origen	33
b. Características de la planta	33
c. Características del tubérculo	34
d. Características agronómicas	34

2.2.11. Labores agronómicas	34
2.2.11.1. Sistema clásico o convencional	34
a. Ventajas y desventajas en el sistema clásico	34
a.1. Ventajas	35
a.2. Desventajas	35
b. Sustrato	35
b.1. Turba	35
b.2. Musgo (Bryophyta)	35
c. Desbrotado del tubérculo	35
c.1. Enraizamiento	36
c.2. Crecimiento de brotes	36
d. Trasplante	37
e. Componentes del sistema	37
e.1. Tanque	37
e.2. Tubos de PVC	37
e.3. Llaves de paso	37
e.4. Camas de madera	37
e.5. Cinta de goteo	37
f. Labores agronómicas	37
f.1. Riego	37
f.2. Aporque	37
f.3. Tutorado	38
f.4. Cosecha	38
2.2.11.2. Sistema Aeropónico	38
a. Ventajas y desventajas del sistema aeropónico	38
a.1. Ventajas	38
a.2. Desventajas	39
b. Contenedor	39

c. Sustrato	39
d. Las plantas	40
e. Desbrotado	40
f. Enraizamiento	40
g. Crecimiento de brotes	41
h. Lavado	41
i. Poda	41
j. Trasplante	41
k. Acondicionamiento de raíces	42
l. Componentes del sistema	42
l.1. Tanque	42
l.2. Electrobomba	42
l.3. Electro neumático	42
l.4. Tubería de distribución	43
l.5 Tubería de recolección o drenaje	43
l.6. Reloj programador o timer	43
l.7. Filtro de anillo	43
m. Labores agronómicas	44
m.1. Riego	44
m.2. Preparación de la solución nutritiva	44
m.3. Poda	44
m.4. Aporque	44
m.5. Tutorado	44
m.6. Cosecha	45
2.2.11.3. Sistema de Arenoponia	45
a. Ventajas y desventajas del sistema de arenoponia	45
a.1. Ventajas	45
a.2. Desventajas	46
b. Sustrato	46

- c. Desbrotado 46
- d. Enraizamiento 46
- e. Trasplante 46
- f. Componentes del sistema 46
 - f.1. Tanque 46
 - f.2. Camas de madera 46
 - f.3. Tubos de PVC 47
 - F.4. Llaves de paso 47
 - f.5. Cinta de goteo 47
- g. Labores agronómicas 47
 - g.1. Riego 47
 - g.2. Aporque 47
 - g.3. Tutorado 47
 - g.4. Cosecha 47
- 2.3. Hipótesis 47
- 2.4. Variables de estudio 47
 - a. Variable Independiente 47
 - b. Variable Dependiente 48
 - c. Variable Interviniente 48
- CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN 49**
- 3.1. Ámbito de estudio 49
- 3.2. Tipo de Investigación 50
- 3.3. Nivel de Investigación 50
- 3.4. Método de Investigación 50
- 3.5. Diseño de Investigación 50
 - a. Croquis del diseño de experimento 51
 - b. Datos de unidad Experimental 51
 - c. Detalle de trabajo del experimento 52

d. Detalle de tratamiento experimental por variedad	52
3.6. Población, Muestra, Muestreo	53
3.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos	53
3.8. Procedimiento de recolección de datos	53
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	53
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES	54
4.1. Presentación de Resultados	54
a. Altura de planta	54
b. Número de tubérculos por planta	59
c. Peso de tubérculos por planta	64
4.2. Discusión	69
Conclusiones	71
Recomendaciones	72
Referencia Bibliográfica	73
Artículo científico	76
Anexo	91

RESUMEN

Se realizó el trabajo de investigación con el objetivo de evaluar los tres sistemas de producción de semilla pre básica en cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). INIA – Huancayo. Se tomaron muestras por cada uno de las plantas, altura de planta, número de tubérculos por planta y peso de tubérculo por planta. En total 18 plantas de cada variedad por sistema, sumado 54 plantas de papa, con tres tratamientos y cuatro repeticiones: Los cuales fueron evaluados en el invernadero del Instituto Nacional de Innovación Agraria de la Estación Experimental Agraria Santa Ana – Huancayo, Para la evaluación de los datos fueron tomados a través de los instrumentos de toma de datos. Se emplearon los métodos de medidas y numerales directa en las plantas y en cada una de las variedades y sistemas que se emplearon en el trabajo de investigación; en cuanto a la altura de las plantas, las Variedades tienen diferencias estadísticas clasificándose de la siguiente manera: **Categoría I**, formado por las variedades (Wankita y Yungay), que tienen alturas entre 109.92 centímetros hasta 110.08 centímetros. **Categoría II**, formado por la variedad Serranita que tiene altura de 106.08 centímetros, **Categoría III**, formado por la variedad Amarilis que presenta una altura de 96.28 centímetros. En tanto en el número de tubérculos que más produjo es la variedad wankita, con un promedio de 14.84 unidades de tubérculo, en seguida la variedad Yungay y amarilis que tienen de 12.36 hasta 13.33 unidades de tubérculos, y por último la variedad serranita que presenta 10.41 unidades de tubérculos. Los mayores rendimientos se obtuvieron con la variedad wankita en los tres sistemas a comparación de las variedades Yungay, amarilis y serranita, siendo el sistema aeroponía la que más resalta en cuanto al número de tubérculos por sistema y en peso de tubérculo por planta, también la variedad wankita fue la que más pesó seguida las variedades amarilis, Yungay y serranita en los tres sistemas.

INTRODUCCIÓN

La semilla pre básica de papa representa la materia prima fundamental para los programas de multiplicación de semillas formales. La producción de semilla pre básica de papa debe partir necesariamente de un material de alta calidad (in vitro, tuberculillos, esquejes, brotes) libre de enfermedades y ser producido en invernadero. Esta producción en invernadero es generalmente realizada usando un substrato de origen vegetal (básicamente musgo o turba). La producción mundial de papa ha crecido en los últimos 7 años. En el año 2005 fue de 320 millones de toneladas, reflejando tendencias diferentes de la producción y utilización de la papa en los países desarrollados y en desarrollo. La producción de papa está creciendo muy poco como en los primeros, como en Europa, mientras que en los países en desarrollo está aumentando y representa el 35% de la producción mundial. En los últimos siete años, la producción creció 3,3% en el promedio anual, su consumo per cápita es 8,9%, el área sembrada y sus rendimientos en 2,6%, respectivamente. De acuerdo con un estudio realizado por la consultora Maximixe, la producción peruana de papa y su consumo ha aumentado a un ritmo estable en los últimos siete años; entre el 2004 a 2011, la producción del tubérculo paso de 3,01 millones de TM a 4.01 millones de TM, lo que significo un crecimiento 3,3% en el promedio anual. En este mismo periodo, la superficie sembrada paso de 271,9 mil has a 317,9 mil has, equivalente a un crecimiento anual de 2,6% lo que trajo como consecuencia que el rendimiento subiera 14,5 TM/ha a 17,8 TM/ha (2,6% de incremento). La producción en invernadero de semilla pre básica de papa se realizó con el propósito de obtener semilla libre de enfermedades, que muestre todo su potencial de producción en campo, tanto para semilla, como para la producción comercial, la semilla de papa de mejor calidad es la pre básica (cumple los máximos requisitos de calidad), la cual se obtiene en invernaderos. Luego esta semilla se multiplica y se obtienen las semillas básica, registrada, certificada y autorizada, las cuales deben pasar por un sistema formal de certificación de semilla.

al

CAPÍTULO I: PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La forma convencional de producir semilla de calidad en invernaderos, consiste en multiplicar plántulas in vitro libres de patógenos usando sustratos adecuados. Los sustratos usados usualmente son mezclas en base a tierra orgánica y musgo andino; Estos provienen de las partes altas de los andes, los cuales se están depredando por su extracción indiscriminada.

La forma de garantizar sustratos libres de patógenos es usando un esterilizante efectivo, sin duda el agente esterilizante de suelo más usado y eficiente fue el bromuro de metilo. Este fumigante es un gas altamente toxico que elimina plagas sin alterar las características del suelo. Su técnica de aplicación es relativamente sencilla y el costo es significativamente menor a otros métodos de esterilización. Pero hace algunos años se descubrió que el bromuro de metilo era uno de los agentes que afectaban significativamente a la capa de ozono. Actualmente está prohibida su fabricación y se han establecido plazos para prohibir su uso. Se han propuesto diversas alternativas que remplacen el bromuro de metilo, sin embargo la hidroponía y en especial la aeroponía y la arenoponía representan métodos de producción desemilla pre básicacon

ventajas excepcionales con relación a otros métodos tradicionales. Por este motivo se está realizando este tipo de trabajo para mejorar la producción y bajar los costos de producción de semilla en condiciones de la Sierra Central del Perú.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La serie de hechos señalados en el planteamiento del problema condujo a la siguiente interrogante:

¿Existirá diferencias en la evaluación de los tres sistemas de producción de semilla pre básica en cuatro variedades de papa?

1.3. OBJETIVO: GENERAL Y ESPECÍFICOS

OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar tres sistemas de producción de semilla pre básica en cuatro variedades de papa.

OBJETIVO ESPECÍFICO:

- Evaluar el ritmo de crecimiento de las plantas.
- Evaluar el número de tubérculos por planta.
- Evaluar el peso de tubérculos por planta.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Obtener el conocimiento de investigación para dar a conocer a la sociedad los sistemas de producción de semilla pre básica en cuatro variedades de papa que será el inicio para el surgimiento de nuevos trabajos de investigación que propagan nuevas formas de mejorar y garantizar la seguridad alimentaria para el desarrollo de un país, aportar conocimientos científicos y biológicos a la ciencia moderna incrementando la alta calidad de producción de semilla pre básica que obtendrá mayor rendimiento en la producción de tubérculos que bajaran los costos de semilla poniendo al alcance de los

agricultores papeiros y viendo las condiciones de vida que ellos llevan y la calidad comercial obtendrán mejores ingresos.

1.4.1. ECONÓMICO

El desarrollo de un país; está en la generación de conocimientos; y estas cuando son aplicadas generan recursos económicos y desarrollo social. Con la obtención de los resultados se contribuirá a incrementar los rendimientos y bajar los costos de producción, el cual tendrá mayor valor en la aceptación en los mercados. La situación de la producción nacional de papa como principal insumo alimentario y componente fundamental de la dieta nacional, requiere contar con mecanismos e instrumentos que fortalezcan los procesos inherentes a su cultivo, producción y comercialización, actualmente la papa es el cuarto cultivo de importancia a nivel mundial, esto implica facilitar la disposición de tecnología, fortalecer los instrumentos de gestión y mejorar el acceso de los productores al mercado.

1.4.2. CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

El presente trabajo aporta conocimientos científicos y biológicos a la ciencia moderna, desde el punto de vista biológico, botánico, ecológico etc., asimismo será el inicio para el surgimiento de nuevos trabajos de investigación que propongan nuevas formas de mejorar y garantizar la seguridad alimentaria. Se incentivará la aplicación de tecnología para la generación humana actual y las futuras. La producción de semilla pre básica en el sistema clásico o convencional es una forma de producir semillas en camas con substrato desinfectado, los brotes se enraízan y se trasplantan en unos hoyos de 3 a 4 cm de profundidad se introducen las plantas con sus raíces, de modo que cubran las raíces bajo el suelo. En el sistema de aeroponía es una técnica que permite reducir los costos de producción de tuberculillos al aumentar la tasa de

multiplicación por planta y suprimir el uso de sustratos sólidos, con el sistema tradicional el cultivo se obtienen de 8 a 12 tuberculillos por planta, mientras que en aeroponía se consiguen de 60 a 70 tuberculillos por planta. Cabe señalar que el sistema de aeroponía en el cultivo de papa es preliminar. En arenoponía el sustrato (arena), este material inerte le sirve a la planta de soporte o sostén, brinda una aireación excelente y drenaje reduce la propagación de enfermedades y es un material reciclable que nos permite reutilizar cuantas veces sea necesario en la producción de semilla pre básica.

1.4.2. SOCIAL

Las innovaciones tecnológicas de Aeroponía y arenoponía aplicadas en la producción de semilla pre básica de papa bajarán los costos de la semilla, poniendo al alcance de los agricultores semilla de calidad el cual redundará en el incremento del uso de semilla mejorando el rendimiento y condiciones de vida de los agricultores paperos y la calidad comercial incrementando los ingresos.

La papa es el principal alimento de la población andina. La cultivaron desde nuestros antepasados y supieron conservarla tanto la semilla como el mismo alimento hasta nuestros días.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Centro Internacional de la papa (CIP). (1997). Reporta que actualmente se está utilizando diversos sistemas para la producción de semilla de papa pre básica; Dentro de ellas la más novedosa se encuentra la producción de semilla por el sistema de aeroponía, sistema que viene innovando como resultado de la obtención de mayores rendimientos de tubérculos-semilla a bajo costo, alternativa muy importante que pueda ayudar la adquisición de semilla de calidad por los pequeños agricultores.

Chuquillanqui y Otazú (2007). Reporta la mayor producción de tubérculos por Planta un promedio de hasta 70 tubérculos en variedades como Perricholi, Canchan-INIA y Yungay, pues el sistema radicular de las plantas crece en un ambiente aéreo con nutrientes nebulizados, creando condiciones óptimas para su crecimiento y desarrollo. Actualmente se viene empleando la Aeroponía para producción comercial de semilla de calidad de papa en Corea y China, y en nuestro país se va tomando interés en los productores semilleristas.

INIA-CIP-Cotesu (1994). Menciona el presente y el futuro de las semillas de papa en el Perú que se inició en 1983 con el proyecto de apoyo a la producción de semilla e

investigación para mejorar la productividad de la papa (SEINPA), que en la actualidad la producción de tubérculos básicos de papa en cobertores se ha expandido en las estaciones experimentales del INIA y empresas privadas.

Horna (2004). Menciona que la aeroponía es el sistema hidropónico más moderno. El primer sistema aeropónico fue desarrollado en (Italia), que le permitió crear las denominadas "columnas de cultivo". Una columna de cultivo consiste en un cilindro de PVC, u otros materiales, colocado en posición vertical, con perforaciones en las paredes laterales, por donde se introducen las plantas en el momento de realizar el trasplante. Las raíces crecen en oscuridad y pasan la mayor parte del tiempo expuestas al aire, de ahí el nombre de aeroponía. Por el interior del cilindro una tubería distribuye la solución nutritiva mediante pulverización media o baja presión; Se trata de una técnica de cultivo muy avanzada, para cultivar vegetales sin suelo. Aplicada racionalmente, permite obtener enormes incrementos cuantitativos y cualitativos de producción. Se producen sensibles reducciones en el uso de mano de obra, fertilizantes y agua, y sobre todo, una drástica reducción en los consumos energéticos de los cultivos en invernadero. Permiten obtener cultivos más homogéneos y de forma especial, favorecen el desarrollo de un sistema radicular más homogéneo.

Otazú (2009). Menciona que la aeroponía es una técnica donde las raíces y los tubérculos crecen suspendidos en la raíz sin tocar el suelo. Con esta técnica, se evita, además, desinfectar el suelo usando sustancias químicas que han sido prohibidas en el mundo; esta técnica se desarrolla en el invernadero, consiste en cultivar plántulas de papa en mesas o cajones especialmente adaptadas, las raíces crecen en la parte inferior de las mesas, en oscuridad, para lo cual se las cubren con plásticos negro y son nebulizadas periódicamente con sustancia nutritiva que posibilita la formación de tubérculos en el aire, de esta manera los tubérculos se forman y crecen completamente libres de problemas sanitarios se forman y crecen completamente libres de problemas sanitarios y producen hasta diez veces más que con la técnica convencional.

Paredes et, al., (2004). Menciona que en la Estación Experimental Sta. Catalina del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), localizado en la ciudad de Quito, Ecuador, se utilizaba como sistema convencional para la producción bajo invernadero con un sustrato a base de tierra negra, y humus, con fertilización sólida y riego natural, con una densidad de 16 in vitro plántulas /m². Posteriormente, pasaron a un sistema semihidroponico, el cual consistió en colocar un sustrato liviano en camas de producción. El agua y los nutrientes se suministraron por un medio de un sistema de riego por goteo y la densidad utilizada cambio a 34 plantas /m². Sin embargo, no encontraron diferencias significativas en cuanto a producción frente al sistema convencional, pero si se obtuvo un incremento en la calidad sanitaria de la semilla. En su sistema de producción también utilizan plantas in vitro producidas el laboratorio, libres de virus, plagas y enfermedades de diferentes variedades.

Relloso y Ritter. (2000). Menciona que en el sistema aeropónico la producción de papa de siembra de categoría pre básica debe partir necesariamente de material de alta calidad libre de enfermedades y ser producido en invernadero, que es un sistema donde las raíces están expuestas en el aire, de manera continua o discontinua a un ambiente saturado de finas gotas de una solución nutritiva. Este sistema de cultivo, no requiere sustrato alguno, ya que las raíces de las plantas se encuentran suspendidas en el aire y crecen dentro de contenedores vacíos y oscuros.

INIA (2008). Reporta en el sistema de aeroponía, la variedad Serranita tiene estabilidad de rendimiento y consistencia a través del tiempo con promedios de 25 a 30t/ha, de los cuales el 80% es adecuado para uso industrial y el 20% para consumo en fresco. Tiene resistencia horizontal a la Mancha, en condiciones de alta humedad y mucha lluvia donde la presencia del hongo es alta; solo requiere de 03 aplicaciones de fungicida de acción preventiva. En condiciones menos severas, solo requiere una sola aplicación de fungicida de contacto con acción preventiva. Esta variedad también ha mostrado buen nivel de tolerancia al nematodo del Quiste de la Papa, la cual puede ser minimizado

con la incorporación de 80 sacos de guano de corral/ha. La variedad Serranita, posee calidad industrial, que le permite satisfacer las demandas del mercado de procesamiento el cual tiene una demanda acelerada en el Perú: Posee niveles de materia seca entre 22 a 24%, bajo contenido de azúcares reductores, lo cual le confiere buena aptitud para su uso en la industria, especialmente frituras como hojuelas y bastones. Así mismo, posee una lata calidad culinaria, manifestándose a través de su textura harinosa y excelente sabor, muy apreciados para el consumo en sancochado y al horno. De igual manera, es muy buena para purés, sopas y ensalada; la distancia entre surcos es de 1.00 m y entre plantas: 0.30 m con una densidad de 33,000 plantas/ha.

Otazú (2010). Menciona que en aeroponía la cosecha se realiza, a los dos meses después del trasplante los cultivares precoces empiezan a producir tuberculillos. Podemos empezar a cosechar tuberculillos con 8 g o más. Debemos abrir primero la cortina externa y luego muy cuidadosamente la cortina interna para así evitar daños al sistema radicular de las plantas. Las cosechas se deben programar para horas de la mañana cuando el ambiente es aún fresco. Los programadores de tiempo se pueden paralizar por media hora a la vez. Las cosechas se pueden planificar cada 10 a 14 días después de la primera. La cosecha de tuberculillos obtenidos aeropónicamente es diferente a la cosecha de tuberculillos convencionales. La diferencia básica es que en aeroponía se realizan cosechas secuenciales, mientras que en el método convencional se realiza una sola cosecha final. Dependiendo del cultivar, en aeroponía se realizan varias cosechas, que pueden ser 10 o más. Cada vez que se coseche, se deben tratar los tuberculillos con una solución de 0.1 % de hipoclorito de Na, seguido de 1 o 2 enjuagues con agua. Esto se hace como medida de precaución para evitar contaminaciones bacteriales. Si hemos seguido estrictamente las medidas sanitarias durante la campaña, no debemos tener problemas sanitarios que requieran el uso de otros pesticidas. Seguidamente, los tubérculos deben colocarse en ambientes secos y limpios para un proceso de curado por 2 o 3 semanas antes de su ubicación final en almacenes refrigerados o de luz difusa. Antes de esto, los tuberculillos deben ser

escogidos y separados de acuerdo a su tamaño. Una gran desventaja de las cosechas secuenciales es que cuando se terminan, se tiene un lote de semilla desuniforme en lo que concierne a brotamiento de tubérculos: Los tubérculos cosechados en los primeros meses brotarán antes que los cosechados en los últimos meses. Esto también causará una emergencia irregular en el campo. Aunque esta irregularidad no parece afectar el rendimiento, se puede corregir en parte conservando en almacenes fríos los tubérculos cosechados primero y 1 mes antes de la última cosecha se pueden poner todos en un almacén de luz difusa. Los tuberculillos más pequeños (1g a 2g) se pueden usar en multiplicación convencional (macetas o camas).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Clásica o convencional

Torres. (2010). El sustrato es el medio donde se desarrollan las plantas provenientes del laboratorio de cultivo de tejidos y les proporciona un ambiente adecuado para su enraizamiento y desarrollo desde la siembra hasta la cosecha.

Para obtener buenos resultados el sustrato debe reunir las siguientes

Características:

- Tener suficiente firmeza y densidad para mantener las plantas en su lugar durante el cultivo.
- Su volumen no debe variar mucho cuando está seco o mojado; no es conveniente que el sustrato reduzca excesivamente su volumen cuando se seca.
- Debe retener suficiente humedad para evitar los riegos frecuentes.
- Debe ser lo suficientemente poroso, de modo que se escurra el exceso de agua y permita una aireación adecuada.
- Debe estar libre de malezas, nematodos y otros organismos patógenos nocivos.

- Debe tener un pH adecuado (ligeramente ácido 5.5 a 6.5), para que favorezca el desarrollo adecuado de las plantas.
- Debe ser esterilizado con vapor de agua y productos químicos.

2.2.2. Arenoponia.

Es una técnica donde las plantas se cultivan en arena de diámetro mediano extraídas de un río a los cuales se riegan periódicamente con sustancias nutritivas que requiere las plantas y posibilitan el desarrollo foliar y la formación de tubérculos dentro de la arena. Los resultados preliminares indican que se incrementa el rendimiento en 50% y bajan los costos de producción debido a que los insumos tienen menor costo y se reutiliza por varios años.

2.2.3. Aeroponia.

Es una técnica, que se desarrolla en el invernadero que consiste en cultivar plantas de papa en mesas (cajones) especialmente adaptadas. Las raíces crecen en la parte inferior de las mesas, en oscuridad, para lo cual se las cubre con plásticos negros, y son nebulizadas periódicamente con sustancias nutritivas que posibilitan el desarrollo foliar y la formación de tubérculos en el aire dentro de los cajones. De esta manera, los tubérculos se forman y crecen completamente libres de problemas sanitarios y producen de 8 a 10 veces más que con técnicas convencionales.

2.2.4. Invernadero.

Las instalaciones requeridas para la producción de semilla pre básica de papa deben ser ubicadas en áreas aisladas con acceso restringido. La infraestructura de acuerdo a las condiciones ambientales puede variar.

El invernadero debe estar provisto de una cubierta transparente con temperatura automatizadas y luz controladas, para proteger al cultivo de factores adversos, principalmente atmosféricos; Dicha infraestructura permite incrementar la calidad y los rendimientos, con un mayor margen de seguridad

de cosecha. Las camas de multiplicación en los invernaderos deben instalarse con una buena distribución de los pasillos para el máximo aprovechamiento del espacio. Por lo regular los pasillos deben tener en ancho suficiente como para permitir el paso de una carretilla y las camas deben tener un ancho adecuado de modo que de ambos lados se pueda llegar fácilmente al centro para realizar las labores durante el proceso productivo. Las dimensiones recomendadas de un invernadero deben ser 8 metros de ancho y 20 metros de largo.

Paredes et, al., (2004). Menciona que, las camas de multiplicación en los invernaderos deben instalarse con una buena distribución de los pasillos o caminos para el máximo aprovechamiento del espacio. Por lo regular, los pasillos deben tener suficiente ancho para permitir el paso de una carretilla para llevar el sustrato y las camas deben ser angostas, de modo que se pueda llegar al centro de estas por cualquier lado; El sustrato debe estar libre de malezas, nematodos y otros organismos patógenos y debe ser esterilizado con productos químicos; no debe tener efectos nocivas en las plantas. El cultivo aséptico asegura la producción de mini tubérculos libres de patógenos en camas con sustrato desinfectado. El trasplante debe hacerse cuando las plántulas enraizadas tienen de cuatro a cinco folíolos y un tamaño adecuado para ser manipuladas. Las plántulas deben trasplantarse en forma espaciada en las camas a una densidad de 20 a 100 plantas por m². En hoyos de 3 a 4 cm de profundidad se introducen las plántulas con sus raíces de modo que cubran en tallo luego presionar con las yemas de los dedos el sustrato para un mejor prendimiento de la planta.

Alexander. (1998). La arena está formada por pequeños gránulos de piedra que son de diámetro grande, mediano y fino, la arena que se utiliza para el cultivo de arenoponia es de diámetro mediano que tiene un diámetro de 0.50 – 0.25 mm, la área superficial de cm²/g es 45, y el número de partícula /g es 5,700. Todo esto se origina por la intemperización de diversas rocas, su composición mineral depende de la roca madre.

2.2.5. Clasificación Científica

Según **Grace (1985)**, La papa es una de las especies cultivadas de mayor importancia, debido a su amplio rango de adaptabilidad se siembra, desde el nivel del mar hasta los 4000msnm, lo que demuestra una gran rusticidad. La baja calidad del tubérculo – semilla utilizada en la siembra produce una mínima producción, por eso la producción de semilla de papa es un largo proceso de trabajo especializado. En cada una de sus etapas se conjugan técnicas, métodos y conocimientos derivados de la investigación y de la experiencia.

Según **Ortega (1989)**, Se clasifica de la siguiente manera.

Reino : Vegetal
Clase : Dicotiledóneas
División : Fanerógamas
Subdivisión : Angiospermas
Familia : *Solanáceas*
Género : *Solanum*
Especie: *Solanumtuberosum*L.

2.2.6. Descripción de la planta.

Ochoa (2003), Reporta que (*Solanumtuberosum*L.) es una planta herbácea, tuberosa, perenne a través de sus tubérculos, de tallo erecto o semi-decumbente, que puede medir hasta 1m.de altura.

2.2.6.1.Hoja.-Las hojas son compuestas, con 7 a 9 folíolos (imparipinnadas), de forma lanceolada y se disponen en forma espiralada en los tallos. Son bifaciales, ambas epidermis están compuestas por células de paredes sinuosas en vista superficial. Presentan pelos o tricómas en su superficie, en grado variable dependiendo del cultivar considerado. Los tricómas pueden ser uniseriados, glandulares y con una cabeza pluricelular más o menos esférica.

2.2.6.2 Tallo.-Los tallos de la planta son de formas variadas de acuerdo al cultivar, presentan algunos médula rellena o hueca, en la inserción de tallos laterales se notan unas hojas que abrazan este tallo denominadas alas, más o menos pronunciadas, rectas, onduladas o aserradas. Los tallos pueden o no presentar pigmentación purpúrea. El crecimiento de los tallos, de acuerdo a variedad son erectos decumbentes o semidecumbentes, y pueden tener entre 50 a 120 cm. De altura.

2.2.6.3. Tallos aéreos.-Estos tallos, que se originan a partir de yemas presentes en el tubérculo utilizado como semilla, son herbáceos, succulentos y pueden alcanzar de 0,6 a 1,0 m de longitud; además, son de color verde, aunque excepcionalmente pueden presentar un color rojo purpúreo. Pueden ser erectos o decumbentes, siendo lo normal que vayan inclinándose progresivamente hacia el suelo en la medida que avanza la madurez de la planta. Los entrenudos son alargados en la subespecie *andigena* y más bien cortos en la subespecie *tuberosum*. En la etapa final del desarrollo de las mismas, los tallos aéreos pueden tornarse relativamente leñosos en su parte basal.

2.2.6.4. Rizomas.-Estos tallos rizomatosos están formados por brotes laterales más o menos largos que nacen de la base del tallo aéreo. Nacen alternadamente desde subnudos ubicados en los tallos aéreos y presentan un crecimiento horizontal bajo la superficie del suelo. Cada rizoma, en tanto, a través de un engrosamiento en su extremo distal, genera un tubérculo.

2.2.6.5. Tubérculos.-Es el tercer tipo de tallo de la papa es subterráneo y se halla engrosado como una adaptación para funcionar como órgano

de almacenamiento de nutrientes, el tubérculo. Los rizomas presentan una zona meristemática sub-apical, de donde se originan los tubérculos mediante un engrosamiento radial, producto del alargamiento de las células parenquimatosas y la pérdida de la polaridad de las mismas. Durante la formación del tubérculo, el crecimiento longitudinal del estolón se detiene y las células parenquimáticas de la corteza, de la médula y de regiones perimedulares sufren divisiones y alargamiento. En tubérculos maduros, existen pocos elementos conductores y no hay un cambium vascular continuo.

2.2.6.6. Raíz.-El sistema radical es fibroso, ramificado y extendido más bien superficialmente, pudiendo penetrar hasta 0,8 m de profundidad. Las plantas originadas a partir de tubérculos, por provenir de yemas y no de semillas, carecen de radícula; sus raíces, que son de carácter adventicio, se originan a partir de yemas subterráneas. Estas raíces se ubican en la porción de los tallos comprendida entre el tubérculo semilla y la superficie del suelo; por esta razón, el tubérculo debe ser plantado a una profundidad tal que permita una adecuada formación de raíces y de rizomas. A partir de los primeros estados de desarrollo, y hasta el momento en que comienza la formación de tubérculos, las raíces presentan un rápido crecimiento.

2.2.6.7. Inflorescencia y flor.-La inflorescencia nace en el extremo terminal del tallo y el número de flores en cada una puede ir desde 1 hasta 30, siendo lo más usual entre 7 a 15. El número de inflorescencias por planta y el número de flores por inflorescencia están altamente influenciados por el cultivar. Aproximadamente en el momento en que la primera flor está expandida, un nuevo tallo desarrolla en la

axila de la hoja proximal, el cual producirá una segunda inflorescencia. Las flores tienen de 3 a 4 cm de diámetro, con 5 pétalos unidos por sus bordes que le dan a la corola la forma de una estrella. Las 5 anteras se hallan unidas formando un tubo alrededor del pistilo y presentan una longitud de 5 a 7 mm. Dependiendo de la variedad pueden ser la corola puede ser de color blanco o una mezcla más o menos compleja de azul y púrpura dependiendo del tipo y cantidad de antocianinas presentes.

2.2.6.8. Fruto y semillas.-El fruto de la planta de papa es una baya, de forma semejante a un tomate pero mucho más pequeña, la cual puede presentar una forma redonda, alargada, ovalada o cónica. Su diámetro generalmente fluctúa entre 1 y 3 cm, y su color puede variar de verde a amarillento, o de castaño rojizo a violeta. Las bayas presentan dos lóculos y pueden contener aproximadamente entre 200 y 400 semillas. Las bayas se presentan agrupadas en racimos terminales, los cuales se van inclinando progresivamente en la medida que avanza el desarrollo de los frutos. Las semillas son muy pequeñas, aplanadas, de forma arriñonada, y pueden ser blancas, amarillas o castaño amarillentas.

2.2.7. Manejo de brotes.

Según **Raymond. (1990)**. Los tuberculillos pre básicos (que nunca fueron expuestos a condiciones de campo) con brotes vigorosos deben ser plantados a intervalos regulares en bandejas de arena en forma similar al caso de plántulas in vitro. Se debe preferir tuberculillos libres de un material contaminado. El riego de estas plantas se debe hacer solo con agua, pues las plantas emergentes dependerán mayormente del tubérculo semilla para su alimentación.

Dependiendo del cultivar y las condiciones climáticas, después de 2 a 3 semanas las plántulas deben haber formado tallos pequeños y suficiente sistema radicular para su trasplante en aeroponía. Dependiendo del grado de dominancia apical de la semilla. Usualmente se obtiene más de 1 tallo por semilla. El tubérculo semilla restante se elimina. Si en la bandeja hubiera algún tubérculo semilla con síntomas de podredumbre blanda u otra enfermedad, todas las plantas en la bandeja deben ser eliminadas.

2.2.8. Solución Nutritiva

Según **Rodríguez, (2001)**, Cada cultivo tiene un requerimiento óptimo de nutrientes. Cada cultivar de papa puede requerir diferente solución nutritiva. Esto también depende de la calidad química del agua y de los nutrientes usados para la solución nutritiva. Cuando añadimos nutriente sal agua, la Conductividad Eléctrica sube. En general no debemos tener una C.E. mayor a 2.0 ms/cm si queremos evitar problemas de fitotoxicidad. No debemos usar fertilizantes que contengan Na y Cl. Hay fertilizantes que incrementan la C.E. más que otros.

Fertilizantes con N y K son buenos apartadores de C.E. Existen también fertilizantes que contribuyen a mayor o menor grado a la alcalinidad o acidez de la solución. Es conveniente tener esta información. Entre los fertilizantes acidificantes se encuentran:

Fosfato de amonio, Sulfato de Amonio, Urea, Nitrato de Amonio. Entre los fertilizantes alcalinizantes se encuentran: Fosfato de Calcio, Carbonato de Potasio, Fosfato de Potasio, Nitrato de Potasio. También es conveniente chequear el pH del agua y de la solución nutritiva. Las plantas necesitan macro nutrientes (N,P,K,Ca,Mg) y micronutrientes (Fe,S,Mn,Cu,Zn,B,Mo) para su crecimiento normal. Estos elementos deben estar disueltos en agua para que las plantas los aprovechen y absorban por el sistema radicular. Un pH óptimo

permite la máxima disponibilidad de nutrientes para las plantas. Si el pH de la solución nutritiva es mayor a 7.3 se le puede bajar con una solución diluida de ácido sulfúrico o ácido fosfórico a un pH ligeramente ácido (6.8). A continuación se muestra las soluciones nutritivas que se usaron anteriormente para producción de semilla pre básica de papa aeropónica.

La solución nutritiva debe ser chequeada regularmente. La C.E. y el pH son indicadores útiles. La C.E. no debe exceder de 2.0mS/cm. Así mismo el pH no debe exceder de 7.3. Ácido Fosforito diluido debe usarse para bajar el pH a un rango ligeramente ácido (6.5-6.8). La solución nutritiva debe cambiarse cada mes. Esto se debe hacer usando la bomba monitoreando las 2 llaves, Cerrar la llave principal y abrir la llave lateral para desaguar la solución a descartar. Después, el consumo de nutrientes aumenta. Si se nota un consumo excesivo de nutrientes es casi seguro que haya fuga por algún lugar en el plástico, lo cual debe ser detectado y corregido inmediatamente. Un filtro de malla colocado al final del tubo de desagüe en el tanque es útil para retener trozos de raíces y otras impurezas. El filtro principal negro colocado a la entrada del sistema de bombeo requiere mantenimiento regular consistente en limpieza mensual con agua a presión. En el apéndice se muestra una carta con los principales problemas y soluciones que usualmente se dan en aeroponía.

2.2.9. Técnicas de multiplicación de la papa:

Según Espinoza et al., (1993). Menciona.

2.2.9.1. Brotes.

Es una nueva alternativa técnica en producción de papa, el brote es un órgano vegetativo de propagación asexual que da origen a una planta que posee un potencial de crecimiento y de producción, solo se necesita tierra, agua y nutrientes para poder crecer y producir.

Un tubérculo correctamente almacenado en luz difusa producirá brotes robustos, pudiéndose controlar su crecimiento y obtener brotes hasta tres veces, regulando su envejecimiento.

2.2.9.2. In vitro.

La propagación de plántulas "in vitro" también se llama Micro propagación "in vitro" porque se cultiva en un recipiente de vidrio o plástico transparente. El desarrollo de las plántulas in vitro se realiza en el cuarto de cultivo donde las plantas se encuentran en un ambiente óptimo de crecimiento con luz y temperatura que son controlados. El crecimiento de las plántulas es rápido y en 16 días estas se encuentran óptimas para ser trasplantadas en los Invernaderos. Es una alternativa técnica en la propagación y conservación in vitro del germoplasma libre de virus de papa.

2.2.9.3. Esquejes.

Es una multiplicación rápida, si contamos con plantas madres limpias, después de 2 a 3 semanas de plantadas debemos proceder a cortar las puntas apicales de cada planta para inducir la formación de más ramas laterales. Antes de cada corte, esterilizar los cuchillos o bisturíes que se van a usar. Se deben obtener esquejes de ramas jóvenes para colocarlas en bandejas con arena en forma similar a lo explicado anteriormente. Sumergir previamente la punta de los esquejes en una solución de hormona o polvo hormonal justo antes de ser colocados en arena facilitará el proceso de enraizamiento. No deben usarse esquejes muy viejos. El riego durante la primera semana se hará solo con agua, hasta que se forme algo de tejido radicular. Después, el riego debe hacerse del mismo modo que en el caso de las plántulas in vitro. Cuando los esquejes tengan suficiente sistema radicular, trasplantarlas a

los cajones aeropónicos. Los esquejes viejos solo formarán raíces y no deben ser usados para aeroponía. Mantener siempre condiciones asépticas para evitar contaminaciones.

2.2.9.4. Meristemo.

Extremo distal del tallo o de la raíz. Tejido de células indiferenciadas, las cuales se dividen continuamente y se diferencian en tejidos especializados, el tejido meristemático es pues un tejido embrional del que se forman otros tejidos adultos y diferenciados de diversas maneras. El cultivo de meristemo forma una especialidad de la propagación "in vitro".

2.2.10. Características de las variedades.

2.2.10.1. Universidad Nacional Agraria la Molina UNALM (1970) Programa de Mejoramiento genético.

Yungay, es una de las variedades antiguas que permanece con mucha demanda en el mercado local, nacional e internacional por sus características y manifestación genética de la variedad y su alto rendimiento.

a. Origen:

Pedigree es el siguiente:

(Saski x Earline) x (Huagalina x Renacimiento)

b. Características de la Planta:

- Porte alto.
- Planta forma erecto
- Hojas verde oscuras
- Abundante floración color rojizo claro con acúmenes blanco y

estrella verde claro.

- Alta formación de bayas.

c. Características del Tubérculo:

- Forma oval, aplanado
- Ojos superficiales
- Piel de color blanco amarillento con ojos rojos
- Carne de color amarillenta
- Almacenamiento bueno, larga dormancia
- Calidad para consumo, muy bueno.

d. Características agronómicas:

- Periodo vegetativo : Tardío (150 a 180 días)
- Rendimiento : Hasta 50 t/ha, alto porcentaje de tubérculos grandes.
- Adaptación : Toda la sierra hasta 3 700 msnm.
- Calidad culinaria : Muy buena, 20 a 24% de materia seca.
- Tolerante : Rancho (*phytophthorainfestans*)
- Susceptibles : Gorgojo de los andes, polillas.

2.2.10.2. INIA 309 – SERRANITA

Según Landeo et al., (1990). Programa de Mejoramiento Genético del Centro Internacional de la Papa (CIP).

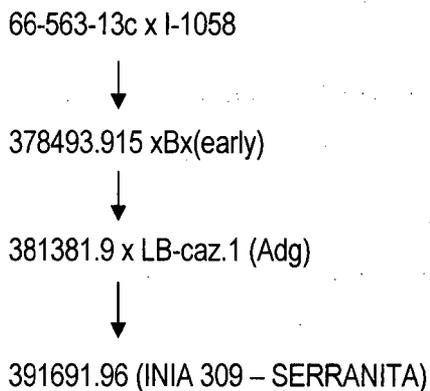
INIA 309- Serranita; nueva variedad de papa con aptitud industrial de fritura y consumo fresco. Esta nueva variedad que poseen las características con bajo contenido de azúcares reductores, alto contenido de materia seca y color adecuado.

a. Origen:

El clon 391691.96, proviene del programa de mejoramiento para

71

resistencia a tizón tardío del Centro Internacional de la Papa y su pedigree en el siguiente:



b. Características de la planta:

- Son vigorosas de color verde oscuro
- Altura promedio de 1.20m.
- Flor de color violeta y abundante
- Posee de 4 a 6 tallos por planta

c. Características del tubérculo:

- Tubérculo redondo
- Ojos superficiales
- Piel de color morado
- Pulpa blanca cremosa
- Brote color morado intenso
- Dormancia del tubérculo de tres a cuatro meses

d. Características agronómicas:

- Periodo vegetativo : 120ª 150 días (semitardia)
- Días de floración : 80 a 90 días
- Tipo de planta : Andigena/Tuberosum
- Adaptación : 2 400 a 3 800 msnm.

2.2.10.3. INIA 302 – AMARILIS

a. Características de la planta:

- Tamaño mediano
- Abundante floración de color blanco
- Escasa formación de bayas
- Periodo vegetativo 120 días

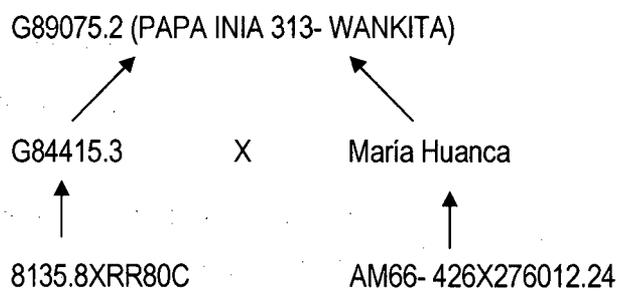
b. Características del Tubérculo:

- Forma oval chato
- Ojos superficiales
- Piel de color crema
- Carne de color crema amarillenta
- Para almacenamiento regular, corta dormancia

2.2.10.4. INIA 313 – WANKITA

a. Origen:

Es un clon de cuyo progenitor femenino es G84415.3 y el progenitor masculino es María Huanca; ambos con resistencia genética al nematodo quiste de la papa (*Globoderapallida*). Las resistencias provienen de la especie silvestre de papa s. vernei. Este material proviene del Centro Internacional de la Papa.



b. Características de la planta:

- Vigorosa
- Tallos robustos de color verde oscuro

- Follaje compacto de hojas grandes rugosas
- Altura de planta promedio 1.20 m
- Flor de color blanco - cremoso
- Escasa formación de frutos
- Tipo de planta semi erecta

c. Características del Tubérculo:

- Forma oval, ligera reducción de diámetro en la base
- Ojos semi superficiales
- Cejas de tamaño intermedio con pigmentación morada oscura de forma irregular
- Color de piel crema con manchas moradas de forma irregular
- Color de pulpa crema

d. Características agronómicas.

- Periodo vegetativo :150 días
- Rendimiento :35 a 40t/ha
- Resistente : Nematodo quiste
- Tolerante : Rancho, heladas, sequia.

2.2.11. Labores agronómicas.

2.2.11.1. Sistema clásico o convencional

Paredes et, al., (2004).Las camas de multiplicación en los invernaderos deben instalarse con una buena distribución de los pasillos o caminos para el máximo aprovechamiento del espacio. Por lo regular, los pasillos deben tener suficiente ancho para permitir el paso de una carretilla para llevar el sustrato y las camas deben ser angostas, de modo que se pueda llegar al centro organismos patógenos y debe ser esterilizado con producto químicos, no debe tener efectos nocivos en las plantas.

a. Ventajas y desventajas en el sistema clásico.

a.1. Ventajas.

- ❖ Es el sistema más conocido.
- ❖ Es el sistema más empleado.

a.2. Desventajas.

- ❖ El costo de producción de semilla pre básica es alto.
- ❖ La desinfección del sustrato se realiza con bromuro de metilo y es una composición química muy toxica.
- ❖ Se necesita un personal con experiencias

b. Sustrato. Está formado por:

b.1. Turba. Es un material orgánico, de color pardo oscuro y rico en carbono. Está formado por una más esponjosa y ligera en la que aun se aprecian los componentes vegetales que la orientaron. Se emplea como combustible y en la obtención de abonos orgánicos.

b.2. Musgo (Bryophyta). El musgo está constituido por los restos deshidratados de plantas de los pantanos ácidos del genero Sphagnum, como S. papillosum, S. capillaceumy, S. palustre. Los residuos de estas plantas usualmente están libres de patógenos, son de poco peso y tienen una gran capacidad de retención de agua; Puede absorber unas 10 a 20 veces su peso. Para mezclar este material con suelo agrícola y arena por lo general se desplaza a mano o por medios mecánicos. El musgo con frecuencia se añade a la turba en proporciones diversas para aumentar la capacidad de retención de agua de la mezcla. Esta combinación es un buen sustrato para la siembra de semillas sexuales, plántulas in vitro, brotes y tubérculos semillas de papa.

c. Desbrotado de tubérculos.

Según Ramos (2011). Un tubérculo puede producir más de 20 brotes considerando las yemas secundarias y se puede realizar hasta tres desbrozados; se recomienda realizar como máximo 2 desbrozados para evitar la deshidratación del tubérculo, una vez desbrotado los tubérculos debe guardarse en un almacén con mucho cuidado y estos vuelven a brotar. Para el desbrotado se requiere preparar una solución jabonosa diluida en agua (3 litros), esto servirá para aplicar en las manos después de cada desbrotado del tuberculillo, la aplicación de solución jabonosa, desinfecta las heridas producidas en el tuberculillo por el desbrotado y evita las infecciones virales u otros patógenos. Los brotes se colocan en bandejas limpias, por tamaño, un brote adecuado para enraizar es de 8 a 12cm de largo. Los brotes no requieren ningún tratamiento, menos con bioestimulantes, el desbrotado es manual, no se requieren cuchillas, al desbrotar no se debe quebrar o arrancar los brotes, porque dañaremos las yemas secundarias, produciendo una herida en el ojo se desbrota realizando un giro suave con las yemas de los dedos y el brote se desprenderá fácilmente del tuberculillo.

c.1. Enraizamiento.

La camada de enraizamiento debe tener una humedad a la capacidad de campo y estar compactada moderadamente realizamos con un palo de lápiz introducir al sustrato un agujero de 2,5cm, para enraizar colocar el brote y luego presionar suavemente el sustrato con los dedos.

c.2. Crecimiento de los brotes.

Los brotes para enraizar requieren un sustrato húmedo, el promedio de días que necesitan para enraizar es de 8 a 12

días, pudiendo estar apto para el trasplante a partir de los 14 días, el crecimiento de las raíces y hojas es rápido, no hay que olvidarse que cada brote es una planta.

d. Trasplante.

Los brotes (plantas) se trasplantan a partir de los 14 días haciendo unos hoyos de una profundidad de 3 a 4 cm. y luego se presiona con los dedos con cuidado alrededor de las plantas para favorecer un buen contacto con el suelo las raíces y a medida que van creciendo y desarrollando las plantas, se coloca unos tutores.

e. Componentes del sistema.

e.1. Tanque: sirve para almacenar la solución.

e.2. Tubos de PVC: Sirve para distribuir la solución.

e.3. Llaves de paso: Sirve para regularizar la solución nutritiva.

e.4. Camas de madera: Sirve para el soporte del material o sustrato.

e.5. Cinta de goteo: Sirve para proporcionar agua y la solución nutritiva a las plantas.

f. Labores agronómicas.

f.1. Riego.

Se realiza a capacidad de campo por un periodo prolongado hasta el trasplante, en suelos oscuros como sustratos (turba) requieren más riego y la humedad dura por más tiempo, una vez trasplantado se riega con la solución nutritiva que se prepara.

f.2. Aporque.

Es una labor agronómica que consiste en trasladar la tierra del surco o línea alrededor del cuello de la planta para

favorecer la formación de tubérculos, evitando que los estolones se pierdan formando tallos aéreos. La oportunidad del aporque depende de la variedad, se puede realizar de uno a dos veces dependiendo de la necesidad de la planta.

f.3. Tutorado.

Se realiza cuando las plantas alcanzan una altura de 25 a 30cm de altura se colocan cuerdas o rafia a los costados de las camas para que no se realice el acame, por el desarrollo de las plantas.

f.4.Cosecha.

Se realiza cuando las plantas alcanzan la madurez fisiológica.

2.2.11.2. Sistema Aeroponico.

Según Otazú(2010).La Aeroponía, consiste en cultivar plántulas de papa en cajones el aire, sin tocar el suelo. Las raíces crecen en la parte interna de los cajones, sin recibir luz, para lo cual se cubre con plásticos negros, y son rociadas con soluciones nutritivas que posibilitan la formación de tubérculos en forma aérea. De esta manera, los tubérculos se forman y crecen completamente libres de problemas sanitarios y producen hasta diez veces más que con las técnicas convencionales. La alta humedad relativa se logra por la nebulización periódica del micro ambiente radicular. Los resultados del cultivo aeropónico dependen en buena medida del tamaño de gotas, por ello, la nebulización no debe golpear directamente a las raíces de las plantas pero si debe permitir la adhesión de una película de nutrientes en las raíces. La calidad de solución nutritiva consumida dependerá de las condiciones climáticas (invierno,

verano), edad de la planta, de su variedad y de la longitud de sus raíces.

a. Ventajas y desventajas del sistema de aeroponía.

a.1. Ventajas

- ❖ Mayor rendimiento de tubérculos por planta.
- ❖ El gasto de agua y nutrientes es sumamente bajo con respecto a otros sistemas.
- ❖ Excelente aireación del microambiente radicular, origina un crecimiento vigoroso de las raíces.
- ❖ Al desarrollar las raíces suspendidas en un sistema cerrado, totalmente oscuro, no se desarrollan algas.

a.2. Desventajas

- ❖ Alto costo inicial en la instalación del sistema.
- ❖ Si hay descuido en la higiene, se pueden infectar a las raíces por bacterias y hongos.
- ❖ Si hay un mal manejo de la solución nutritiva, se puede afectar la producción total del sistema.
- ❖ Se necesita un personal permanente y capacitado.

b. Contenedor.

El contenedor debe ser de bajo costo y de tener un tamaño apropiado para cultivar plantas. Para el cultivo de papa el sistema aeropónico, la profundidad del contenedor puede fluctuar entre 0.8 a 1.0 m. Esta profundidad es adecuada porque las plantas van a desarrollar una cabellera de raíces bastante larga, pudiendo sobrepasar el metro de longitud. El ancho del contenedor es de 1.2m. El largo puede ser de cualquier dimensión, lo que se obtiene al final es un gran cajón impermeabilizado por dentro.

c. Sustrato.

En el sistema aeropónico no se utiliza sustrato ya de las plantas sus raíces están suspendidas en un microambiente con alta humedad relativa, cuando se aplican periódicamente nebulizaciones con solución nutritiva.

d. Las plantas.

En aeroponía se utilizan plantas en óptimo estado, por razones sanitarias, los brotes de tubérculos, deben estar limpios y libres de enfermedades. La presencia de cualquier síntoma debe ser motivo suficiente para eliminar todo el lote de plantas. Esto puede ser visible especialmente al momento de trasplantarlas de las bandejas de arena a los cajones. El tejido radicular y el tallo subterráneo deben estar completamente limpios y libres de arena. Antes de ponerlas en aeroponía, las plantas deben ser mantenidas en un invernadero limpio con fines de aclimatación.

e. Desbrotado.

Para el desbrotado se requiere preparar una solución jabonosa diluida en agua (3 litros), esto servirá para aplicar en las manos después de cada desbrotado del tuberculillo, la aplicación de solución jabonosa, desinfecta las heridas producidas en el tuberculillo por el desbrotado y evita las infecciones virales u otros patógenos. Los brotes no requieren ningún tratamiento, menos con bioestimulantes, el desbrotado es manual, no se requieren cuchillas, al desbrotar no se debe quebrar o arrancar los brotes, porque dañaremos las yemas secundarias, produciendo una herida en el ojo se desbrota realizando un giro suave con las yemas de los dedos y el brote se desprenderá fácilmente del tuberculillo.

f. Enraizamiento.

La cama de enraizamiento debe tener una humedad a la capacidad de campo y estar compactada moderadamente realizamos con un palo de lápiz introducir al sustrato (arena) un agujero de 2,5cm, para enraizar colocar el brote y luego presionar suavemente el sustrato. Los brotes se colocan en bandejas limpias, por tamaño, un brote adecuado para enraizar es de 8 a 12cm de largo.

g. Crecimiento de los brotes.

Los brotes para enraizar requieren un sustrato húmedo, el promedio de días que necesitan para enraizar es de 8 a 12 días, pudiendo estar apto para el trasplante a partir de los 14 días, el crecimiento de las raíces y hojas es rápido, no hay que olvidarse que cada brote es una planta.

h. Lavado.

Cuando las plantas estén listas para ser trasplantadas a aeroponía, deben extraerse cuidadosamente de las camas de arena. Con pinzas grandes que son de gran ayuda para este fin, y luego lavar con una rocha fina que sirve para limpiar las raíces de la arena. El agua a presión limpia la arena sin causar daño a las raicillas.

i. Poda.

Se cortan las hojas primarias o basales de las plántulas dejando un espacio libre en el tallo para acondicionar las esponjas que sostendrán las plántulas con el cajón.

j. Trasplante.

Realizado el lavado y poda se hace el trasplante definitivo al cajón, utilizando para ello pinzas y esponjas cortadas en un tamaño adecuado para evitar el ahogamiento de las plántulas, se

colocan en un agujero de 2cm. Las plántulas deben ser sujetadas con mucha delicadeza, siendo necesario sostenerlas en los folíolos y con bastante cuidado en el tallo principal para evitar daños al tejido conductivo que puedan ser causadas por la presión que podamos ejercer con los dedos la distancia entre planta es de 20cm. x 20cm.

k. Acondicionamiento de raíces.

A la par con trasplante, con la ayuda de pinzas se acomoda las raicillas de las plántulas en el interior de los cajones, a fin de que puedan estar completamente expuestas a la nebulización de la solución nutritiva y así evitar el secamiento o desnutrición de las plantas.

l. Componentes del sistema.

Los componentes del sistema aerónico son:

l.1. Tanque. Almacena la solución nutritiva y su capacidad dependerá del tamaño del contenedor y del número de plantas que se pretende cultivar. Un tanque de 600 litros es suficiente para alimentar 2 contenedores de 20 metros de largo. Es necesario que el tanque tenga protección contra los rayos solares para evitar el desarrollo de algas en la solución nutritiva. La tapa debe ser de fácil remoción y debe facilitar la entrada de la parte final del tubo colector hacia el interior del tanque para que la solución nutritiva retorne con fuerza y no sea contaminado. La tubería generada es importante porque permite la oxigenación de la solución nutritiva.

l.2. Electrobomba. Tiene la función de impulsar la solución nutritiva desde el tanque hacia la tubería de distribución, La potencia de la electrobomba dependerá del tamaño del área de producción. Una electrobomba de 0.5 HP es suficiente

para una instalación de 100 m². El funcionamiento de la electrobomba para los flujos intermitentes puede ser controlado a través de un reloj programador o tiner.

- I.3. **Electro neumático.** Su función es aumentar la presión que ejerce la bomba con la finalidad de nebulizar con presión la solución nutritiva al interior del contenedor, donde desarrollan las raíces de las plantas suspendidas.
- I.4. **Tubería de distribución.** Conecta el tanque y la manguera donde están insertados los nebulizadores. La manguera es de 16mm de diámetro y se extiende internamente a lo largo del contenedor por la parte superior y central del contenedor. Por esta tubería circula la solución nutritiva la cual sale en forma nebulizada. La solución nutritiva es nebulizada en ciclos intermitentes manteniendo una alta humedad relativa dentro del contenedor.
- I.5. **Tubería de recolección o drenaje.** Recoge la solución nutritiva que retoma por la base del contenedor y la conduce hacia el tanque donde se almacena la solución nutritiva. Por esta razón el contenedor debe haber una pendiente de 1% entre los extremos del contenedor. Se coloca en la parte inferior y central del contenedor con una ligera pendiente con respecto al tanque, con la finalidad de facilitar el retorno de la solución nutritiva. La solución cae con fuerza al tanque, provocando una turbulencia, la cual es importante para oxigenarla.
- I.6. **Reloj programador o timer.** Controla el encendido de la electrobomba en diferentes intervalos de tiempo, cada 15 minutos, generalmente la bomba se enciende entre 1 a 2

minutos; Tiempo suficiente para mantener una alta humedad relativa dentro de la cámara donde desarrollan las raíces.

I.7. Filtro de anillo. Sirve retener posibles partículas que puedan obturar los nebulizadores.

m. Labores agronómicas.

m.1. Riego. Se realiza con el electrobomba previa sincronizada del tiempo 15 minutos nebuliza y 30 minutos dicho riego se realiza con la solución.

m.2. Preparación de la solución nutritiva.

Nutrientes	g/400lt.
Nitrato de amonio *	140
Nitrato de potasio	216
Superfosfato triple de calcio	112
Sulfato de magnesio	96
Fetrilon combi	4.8

m.3. Poda. La poda se realizan a los 15 días después del trasplante, a los tallos laterales con la finalidad que no haya competencia de luz.

m.4. Aporque. Una vez que las plantas alcancen un tamaño adecuado a medida que va creciendo la parte foliar, también van creciendo y originándose raíces y estolones cerca al cuello de la planta con tendencia de querer salir al medio externo (por los agujeros del tekno por para las plantas) a consecuencia del ingreso de luz, es por tal motivo se realiza el aporque que consiste en bajar el nivel

50

a la planta y con una lámina de plástico negro se coloca alrededor del cuello de cada plántula evitando el ingreso de luz al interior del cajón.

m.5. Tutorado. Se realiza a los 15 días después del trasplante, esta práctica consiste en sostener con twists (alambre flexible) las plántulas hacia los tutores, amarrándolo con cuidado el tallo principal a la rafia (tutor), la finalidad de esta práctica es dar una arquitectura ideal a la planta para el mejor aprovechamiento de luz y evitar tallos postrados y sucesivamente se distribuye alambres para sostener los tutores empezando desde la base o cuello a 5 cm, luego a 20 cm y después de cada 30 cm hasta donde alcance el ápice de la planta.

m.6. Cosecha. Se realiza cuando alcanza el tamaño adecuado los tubérculos, mayores de 2cm, se realizan cada 10 a 15 días.

2.2.11.3. Sistema de Arenoponia.

Es una técnica donde las plantas se cultivan en arena de diámetro medio extraídas de los ríos a los cuales se riegan periódicamente con sustancias nutritivas que requiere las plantas y posibilitan el desarrollo foliar y la formación de tubérculos dentro de la arena. Los resultados preliminares indican que se incrementa el rendimiento en 50% y bajan los costos de producción debido a que los insumos tienen menor costo y se reutiliza por varios años.

En este trabajo los costos de producción juegan un papel muy importante:

Es un trabajo que está en investigación, la visión principal es abaratar los costos de producción mediante la utilización de arena, ya que la

arena se puede utilizar varias veces a diferencia del sustrato (tierra con musgo) que se utiliza una sola vez y tiene un alto costo.

a. Ventajas y desventajas del sistema de arenoponia.

a.1. Ventajas

- ❖ El material es reutilizable por varios años.
- ❖ Costo es bajo.

a.2. Desventajas

- ❖ Se necesita un personal con experiencia.
- ❖ El material tiene que ser traído de un lugar que no sea contaminado con residuos minerales.

b. Sustrato.

El sustrato utilizado es la arena de cantera de un diámetro de 0.50 – 0.25mm. previamente lavado y desinfectado.

c. Desbrotado.

Los brotes no requieren ningún tratamiento, menos con bioestimulantes, el desbrotado es manual, no se requieren cuchillas, al desbrotar no se debe quebrar o arrancar los brotes, porque dañaremos las yemas secundarias, produciendo una herida en el ojo se desbrota realizando un giro suave con las yemas de los dedos y el brote se desprenderá fácilmente del tuberculillo.

d. Enraizamiento.

La cama de enraizamiento debe tener una humedad a la capacidad de campo y estar compactada moderadamente realizamos con un palo de lápiz introducir al arena un agujero de 2,5cm, para enraizar colocar el brote y luego presionar suavemente el sustrato. Los brotes se colocan en bandejas limpias, por tamaño, un brote adecuado para enraizar es de 8 a 12cm de largo.

e. Trasplante.

56

Los brotes (plantas) se trasplantan a partir de los 14 días en la arena a un distanciamiento de 20 x 20 entre planta y suco, y a medida que vas a creciendo se coloca unos tutores.

f. Componentes del sistema.

f.1. Tanque. Sirve para almacenar la solución nutritiva.

f.2. Camas de madera. Sirve para el soporte del material (arena) de cantera.

f.3. Tubos de PVC. Sirve para distribuir la solución.

f.4. Llaves de paso. Sirve para regularizar la solución nutritiva.

f.5. Cinta de goteo. Sirve para proporcionar agua y la solución nutritiva a las plantas.

g. Labores agronómicas.

g.1. Riego. Se realiza a capacidad de campo por un periodo que sea necesario hasta su enraizamiento luego se riega con la solución nutritiva.

g.2. Aporque. Se aporca a tres semanas después del trasplante con el mismo sustrato (arena) previamente desinfectado a una altura de 10 cm con una bandeja, toda esta labor se hace con la finalidad de proporcionar mayor soporte a la planta, cubrir los tubérculos para evitar que los estolones forman tallos y esto se puede hacer hasta dos veces dependiendo del desarrollo de la planta.

g.3. Tutorado. Se realizacuando las plantas alcanzan una altura de 25 a 30cm de altura se colocan cuerdas o rafia a los costados de las camas para que no se realice el acame, por el desarrollo de las plantas.

g.4. Cosecha. Se realiza cuando alcanza la madurez fisiológica.

2.3. HIPÓTESIS

55

H_p: Los tres sistemas de producción de semilla pre básica tienen igual comportamiento en las cuatro variedades de papa.

H_o: Los tres sistemas de producción de semilla pre básica tienen diferente comportamiento en las cuatro variedades de papa.

2.4. VARIABLES DE ESTUDIO

A. VARIABLE INDEPENDIENTE:

- Cultivo de papa.

B. VARIABLE DEPENDIENTE:

- Ritmo de crecimiento de las plantas.
- Número de tubérculos por planta.
- Peso de tubérculos por planta.

C. VARIABLES INTERVINIENTES

- Temperatura
- Humedad del suelo
- Sustrato

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

Política

Departamento	: Junín
Provincia	: Huancayo
Distrito	: Tambo
Fundo	: Santa Ana

Geográfica

Altitud	: 3260 m.s.n.m.
Latitud sur	: 12°00 ' 00"
Longitud oeste	: 75°13 ' 00" del Meridiano de Greenwich

Factores Climáticos

Temperatura media anual	: 18°C
Precipitación anual	: 600 - 800 mm
Zona agroecológica	: Sierra tropical media alta
Cuenca hidrológica	: Mantaro

Fuente: Senami (Santa Ana, 3013).

52

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación es de tipo experimental; se realizó en el invernadero de la Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo.

3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Es de nivel aplicativo, porque se realizó en el invernadero de la Estación Experimental Agraria Santa Ana – Huancayo.

3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación corresponde al diseño experimental, conducido en método aditivo lineal del Diseño Completamente al Azar,

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio se realizó con un diseño estadístico experimental con arreglo factorial conducido en método aditivo lineal del Diseño Completamente al Azar (DCA) con 3 tratamientos y 4 repeticiones con arreglo factorial. Tanto en la técnica de Clásico, Arenoponia, Aeroponía y se analizó con la prueba de Duncan para la comparación de promedios.

Modelo aditivo lineal del diseño completamente al azar

$$X_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{i(g)k} + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{(ij)k}$$

Dónde:

X_{ijk} = Observación cualesquiera dentro del experimento

μ = Media poblacional

τ_i = Efecto aleatorio del i-ésimo nivel del factor A

$\varepsilon_{i(g)k}$ = Error (a)

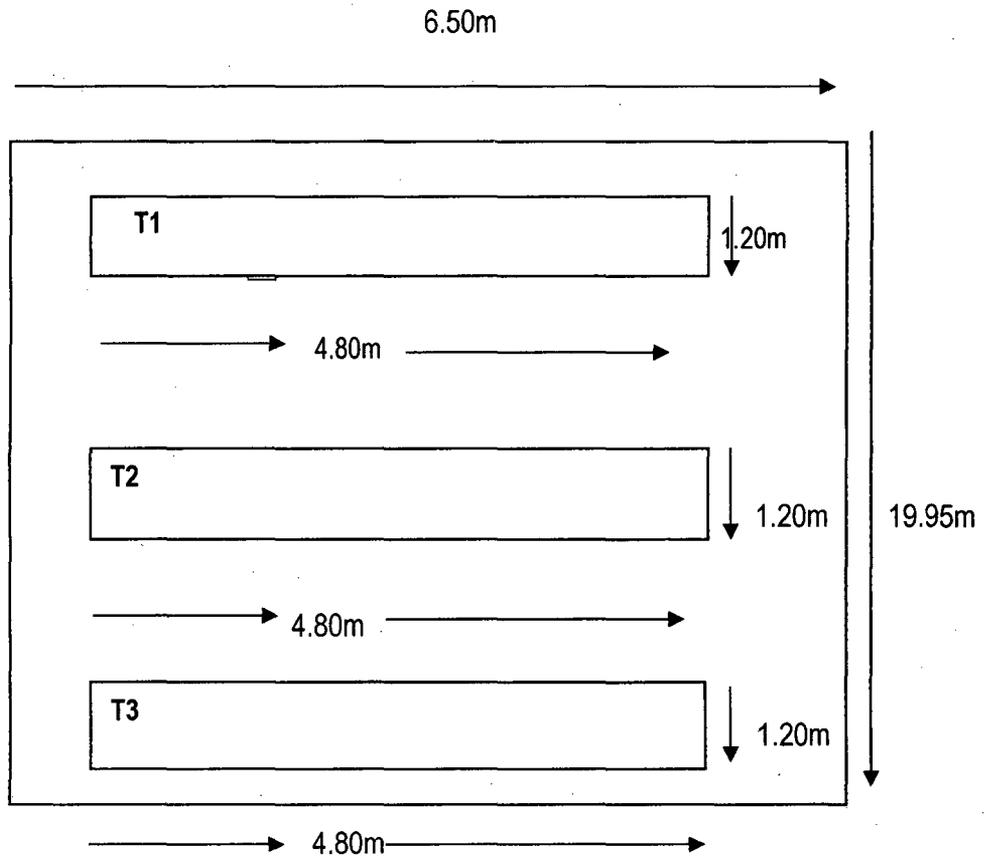
β_j = Efecto aleatorio del j-ésimo nivel del factor B

$(\tau\beta)_{ij}$ = Efecto aleatorio de la interacción de los niveles del factor A y B

$\varepsilon_{(ij)k}$ = Error (b)

- i = 1, 2, ..., a niveles del factor A
- j = 1, 2, ..., b niveles del factor B
- k = 1, 2, ..., r repeticiones o muestras

a. Croquis Del Diseño Experimental:



- ✓ Área total de parcela experimental : 18.40 m²
- ✓ Largo de croquis experimental : 6.80 m
- ✓ Ancho de croquis experimental : 7.60 m

b. Datos de Unidad Experimental.

- ✓ Largo de la unidad experimental : 1.00 m
- ✓ Ancho de la unidad experimental : 1.20 m
- ✓ Área de unidad experimental : 1.20 m²
- ✓ Distancia entre surcos : 0.20 m

- ✓ Distancia entre plantas : 0.20 m
- ✓ N° de plantas x Unidad experimental : 18 u

c. Detalle del trabajo del experimento.

Variedad Yungay	Variedad Serranita	Variedad Amarilis	Variedad Wankita
T1: Testigo	T1: Testigo	T1: Testigo	T1: Testigo
T2:Arenoponia	T2:Arenoponia	T2:Arenoponia	T2:Arenoponia
T3:Aeroponia	T3:Aeroponia	T3:Aeroponia	T3:Aeroponia

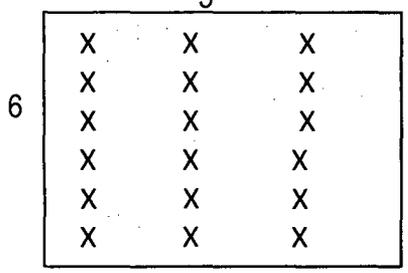
Fuente: Elaboración propia (2013).

d. Detalle de tratamiento experimental por variedad:

Testigo:

1.20 X 1.00m

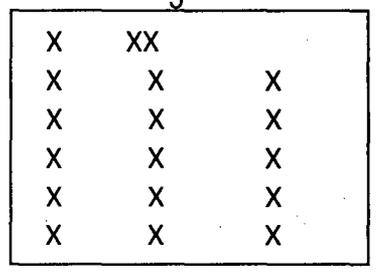
3



Arenoponia:

1.20 X 1.00m

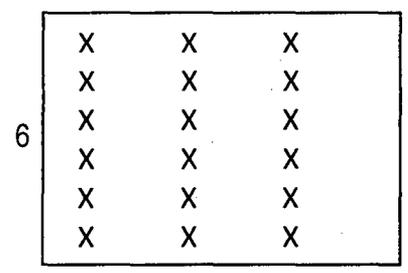
3



Aeroponia:

1.20 X 1.00m

3



3.6. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO

➤ **POBLACIÓN**

Está constituido por la totalidad de plantas de papa, que son 216.

➤ **MUESTRA**

Está constituida por la totalidad de plantas de papa de las áreas netas experimentales constituidos en cuatro surcos de papa por cada variedad 18 plantas (matas).

➤ **MUESTREO**

Probabilístico, en forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), porque todas las plantas de papa en invernadero, tendrán la misma probabilidad de formar parte del área neta experimental.

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- **Ritmo de crecimiento de las plantas.** Se evaluó con un intervalo de 20 días, para ello se midió la altura de plantas de cada parcela utilizando una cinta métrica.
- **Número de tubérculo por planta.** Esta labor se realizó después de la cosecha haciendo un conteo total de tubérculos por planta.
- **Peso de tubérculo por planta.** Se determinó el peso de tubérculo por planta utilizando una balanza analítica.

3.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se realizó mediante la utilización de los materiales como cuaderno de apunte, cinta métrica, lapicero, balanza analítica, pH metro, conductímetro, observaciones directas diarias en el invernadero. Posteriormente la siembra correspondiente en el mismo sistema diseñado y los datos serán tomados en toda la fenología del cultivo de acuerdo a las variables planteadas.

3.9. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

En el presente trabajo se analizó utilizando la estadística EXPERIMENTAL e inferencial, ANVA.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

a. Altura de planta.

Cuadro 01. Análisis de varianza para altura de plantas (cm) de cuatro variedades de papa producidos en tres sistemas de producción ($\alpha= 5\%$).

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ft	SIG.
Variedad	3	11327.73	3775.91	77.62	2.60	*
Sistemas	2	8330.91	4165.45	85.63	3.00	*
Variedad x Sistemas	6	4619.72	769.95	15.83	2.10	*
Error	348	16928.80	48.65			
Total	359	41207.16				

$$S_{\bar{x}} = 8.80$$

$$\bar{X}=105.58$$

$$CV = 6.61$$

En el **Cuadro 01**. Se presenta el Análisis de Varianza de la altura de plantas de cuatro variedades de papa conducido en tres sistemas de producción, en la cual se puede indicar que existen diferencias significativas entre "Variedades", o que al menos una de las variedades tiene promedio diferente estadísticamente. Podemos indicar que existe significación entre Sistemas de Producción, indicando que al menos uno de los Sistemas de Producción tiene promedio estadísticamente diferente. Para la interacción Variedades x Sistemas de Producción, esto indica que existen diferencias significativas

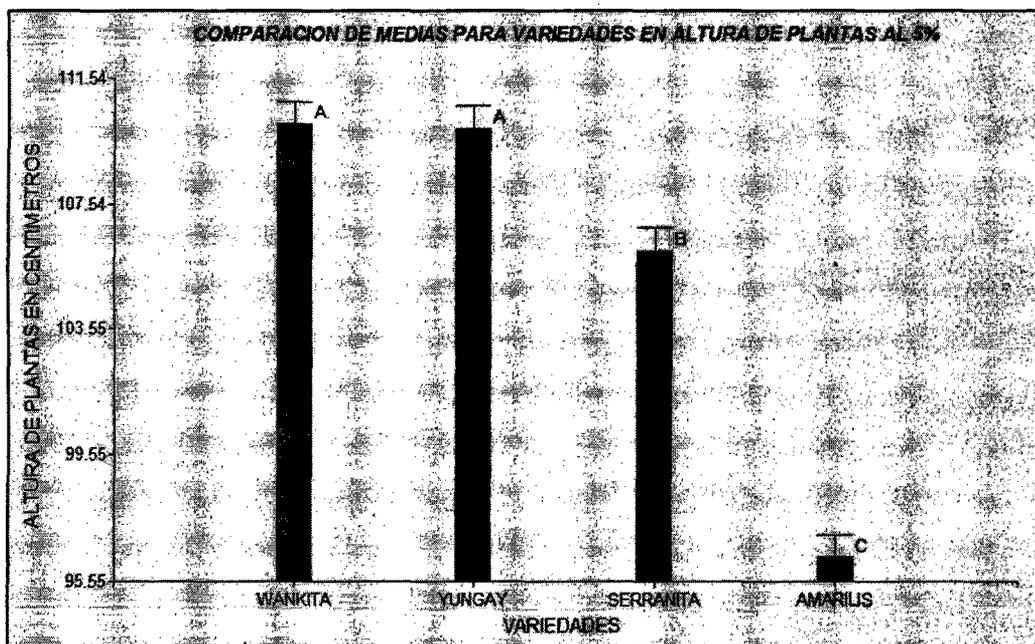
entre las interacciones "Variedad x Sistema de Producción" o que al menos una de Interacciones tiene promedio diferente estadísticamente.

Cuadro 02. Prueba de Duncan para Variedades en altura de planta. ($\alpha = 5\%$).

ORDEN DE MERITO	Variedades	PROMEDIO (cm)	SIGNIFICANCIA
1°	Wankita	110.08	a
2°	Yungay	109.92	a
3°	Serranita	106.08	b
4°	Amarilis	96.28	c

De acuerdo a la prueba de Duncan, se puede afirmar que las **Variedades** tienen diferencias estadísticas significativas. La **Categoría I**, formado por las variedades (Wankita y Yungay), que tienen alturas entre 109.92 centímetros hasta 110.08 centímetros. Mientras la **Categoría II**, formado por la variedad Serranita que tiene altura de 106.08 centímetros, y la **Categoría III**, formado por la variedad Amarilis que presenta una altura de 96.28 centímetros.

Figuras 01. Comparación de medias para variedades en altura de plantas al ($\alpha = 5\%$).

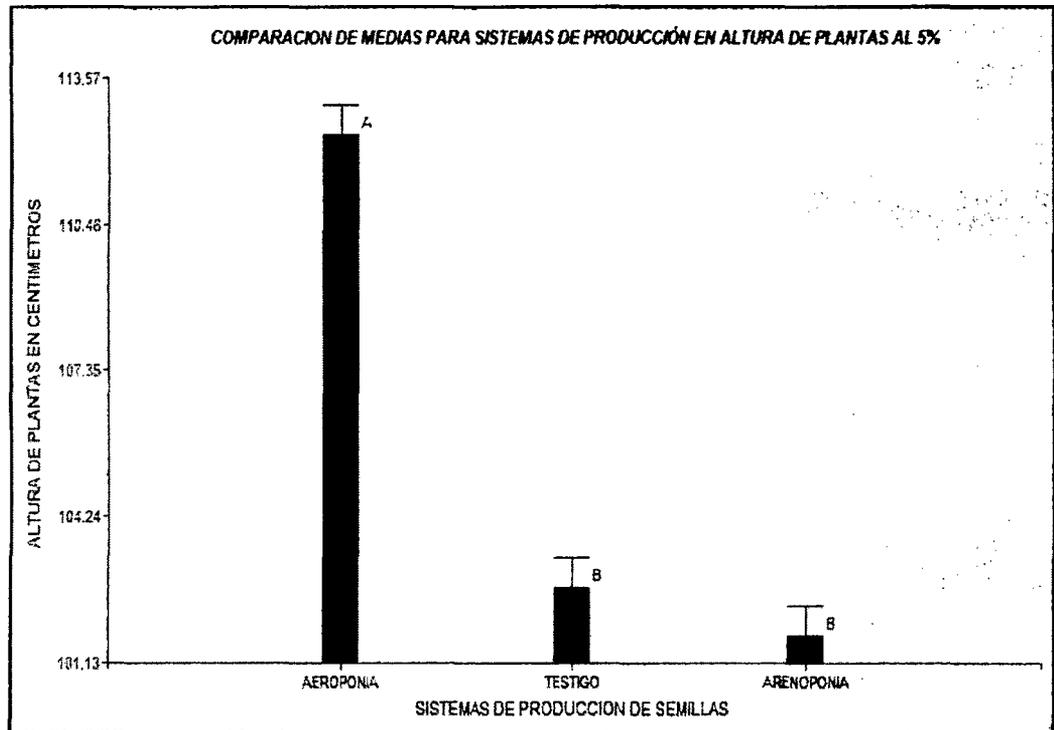


Cuadro 03. Prueba de Duncan para Sistemas de Producción en altura de planta. ($\alpha=5\%$).

ORDEN DE MERITO	SISTEMAS DE PROD.	PROMEDIO (cm)	SIGNIFICANCIA
1°	Aeroponía	112.37	a
2°	Testigo	102.71	b
3°	Arenoponía	101.69	b

De acuerdo a la prueba de Duncan, se puede afirmar que los **Sistemas de Producción** tienen diferencias estadísticas significativas formando dos categorías estadísticas que comprende: La **Categoría I**, determinado por el **Sistema de Aeroponía** con un 112.37 centímetros de altura de planta. Asimismo para la **Categoría II**, determinado por los **Sistemas (Testigo y Arenoponía)** que presentan alturas comprendidas entre 101.69 centímetros hasta 102.71 centímetros de altura de planta.

Figuras 02. Comparación de medias para Sistemas de Producción en altura de plantas al ($\alpha=5\%$).

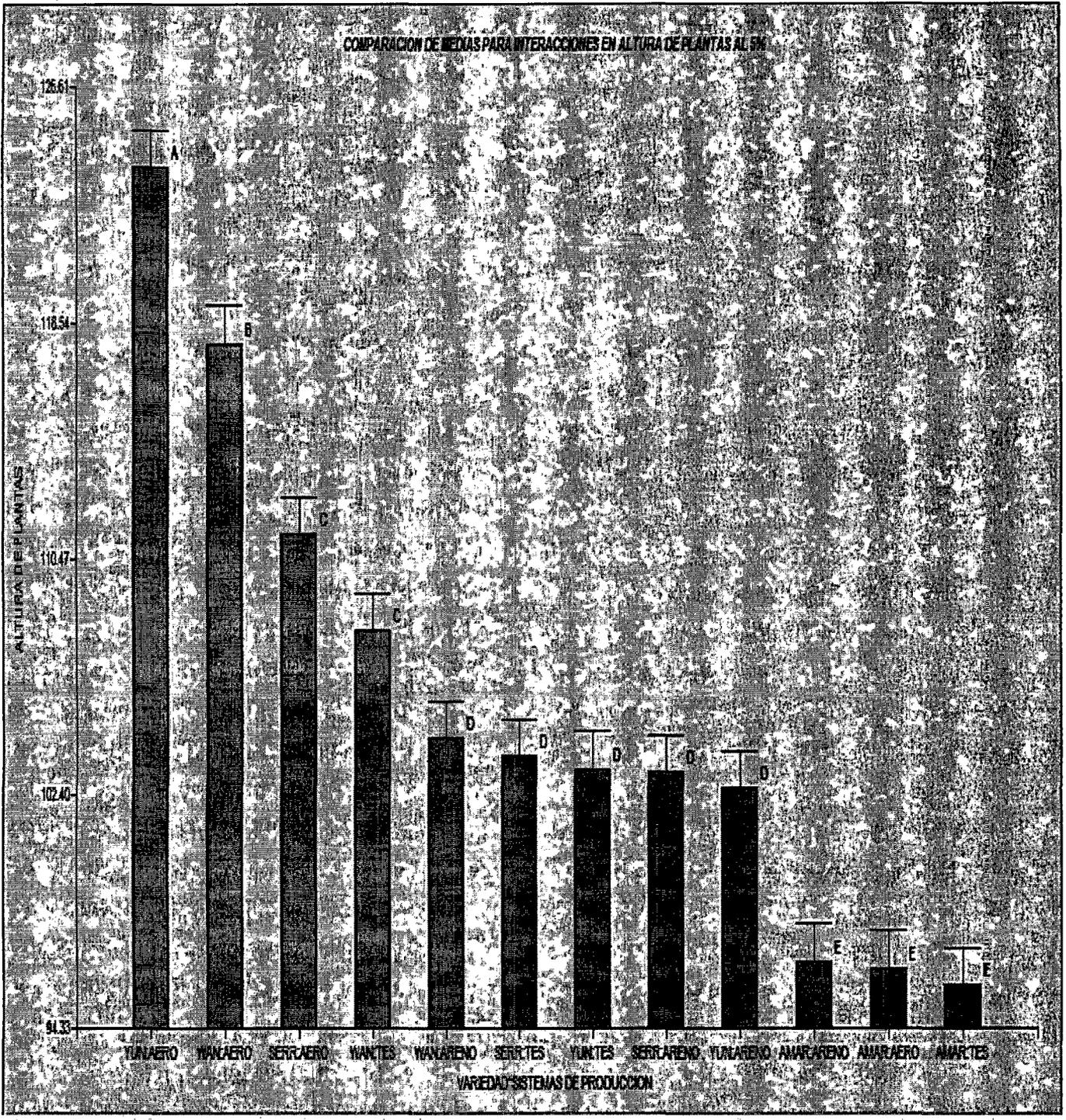


Cuadro 04. Prueba de Duncan para interacción entre Variedad X Sistema de Producción en altura de planta. ($\alpha=5\%$).

ORDEN DE MERITO	INTERACCIÓN	PROMEDIO (cm)	SIGNIFICANCIA
1°	Yungay *Aeroponía	123.87	a
2°	Wankita *Aeroponía	117.87	b
3°	Serranita *Aeroponía	111.33	c
4°	Wankita*Testigo	108.03	c
5°	Wankita*Arenoponía	104.33	d
6°	Serranita*Testigo	103.70	d
7°	Yungay*Testigo	103.30	d
8°	Serranita*Arenoponía	103.20	d
9°	Yungay*Arenoponía	102.60	d
10°	Amarilis*Arenoponía	96.63	e
11°	Amarilis*Aeroponía	96.40	e
12°	Amarilis*Testigo	95.80	e

De acuerdo a la prueba de Duncan, se puede afirmar que las **Interacciones** entre **Variedad x Sistema de Producción** tienen diferencias estadísticas significativas clasificándose de la siguiente manera: en la **categoría I**, determinada por la **interacción** que tienen altura de 123.87 centímetros. Para la **categoría II**, determinada por la **interacción** que tienen altura de 117.87 centímetros. Para la **categoría III**, determinada por las **interacciones** que tienen alturas desde 108.03 centímetros hasta 111.33 centímetros. Asimismo en la **categoría IV**, determinada por las **interacciones** que tienen alturas desde 102.60 centímetros hasta 104.33 centímetros, y en la **categoría V**, determinada por las **interacciones** que tienen alturas desde 95.80 centímetros hasta 96.63 centímetros.

Figura 03. Comparación de medias para interacciones para altura de plantas al ($\alpha=5\%$).



b. Número de tubérculos por planta.

Cuadro 05. Análisis de varianza para Número de tubérculos ($\alpha= 5\%$).

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ft	SIG.
Variedad	3	931.70	310.57	13.99	2.60	*
Sistemas	2	9089.07	4544.54	204.74	3.00	*
Variedad*Sistemas	6	626.79	104.47	4.71	2.10	*
Error	348	7724.37	22.20			
Total	359	18371.93				

$S_{\bar{x}} = 3.60$

$\bar{X}=12.75$

CV = 36.99

En el **Cuadro 05**. Se presenta el Analisis de Varianza para el número de tubérculos por plantas de cuatro variedades de papa conducido en tres sistemas de producción, nos indica que existen diferencias significativas entre **“Variedades”**, o que al menos una de las variedades tiene promedio diferente estadísticamente. existiendo alta significación entre **Sistemas de Producción**, indicando que al menos uno de los **Sistemas de Producción** tiene promedio estadísticamente diferente. En la interacción **Varieda x Sistemas de Producción**, esto indica que existen diferencias significativas entre las interacciones **“Variedad x Sistema de Producción”** o que al menos una de **Interacciones** tiene promedio diferente estadísticamente.

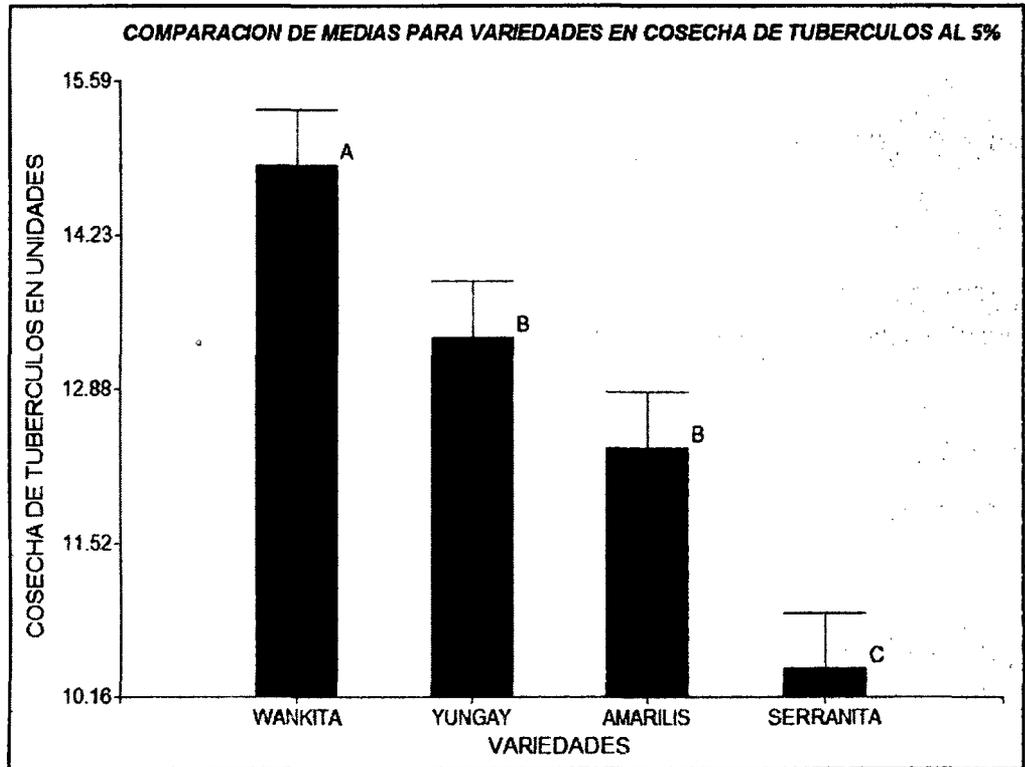
Cuadro 06. Prueba de Duncan para Variedades en Número de tuberculos ($\alpha= 5\%$).

ORDEN DE MERITO	VARIETADES	PROMEDIO (unidades)	SIGNIFICANCIA
1°	Wankita	14.84	a
2°	Yungay	13.33	b
3°	Amarilis	12.36	b
4°	Serranita	10.41	c

De acuerdo a la prueba de Duncan, se puede afirmar que las **Variedades** tienen diferencias estadísticas significativas, clasificándose de la siguiente manera: En la **Categoría I**, formado por la variedad Wankita, que tiene 14.84 unidades de tubérculos.

Para la **Categoría II**, formados por las variedades (Yungay y Amarilis) que tienen de 12.36 hasta 13.33 unidades de tubérculos, y para la **Categoría III**, formado por la variedad Serranita que presenta 10.41 unidades de tubérculos.

Figuras 04. Comparación de medias para variedades en unidades de tubérculos al ($\alpha= 5\%$).

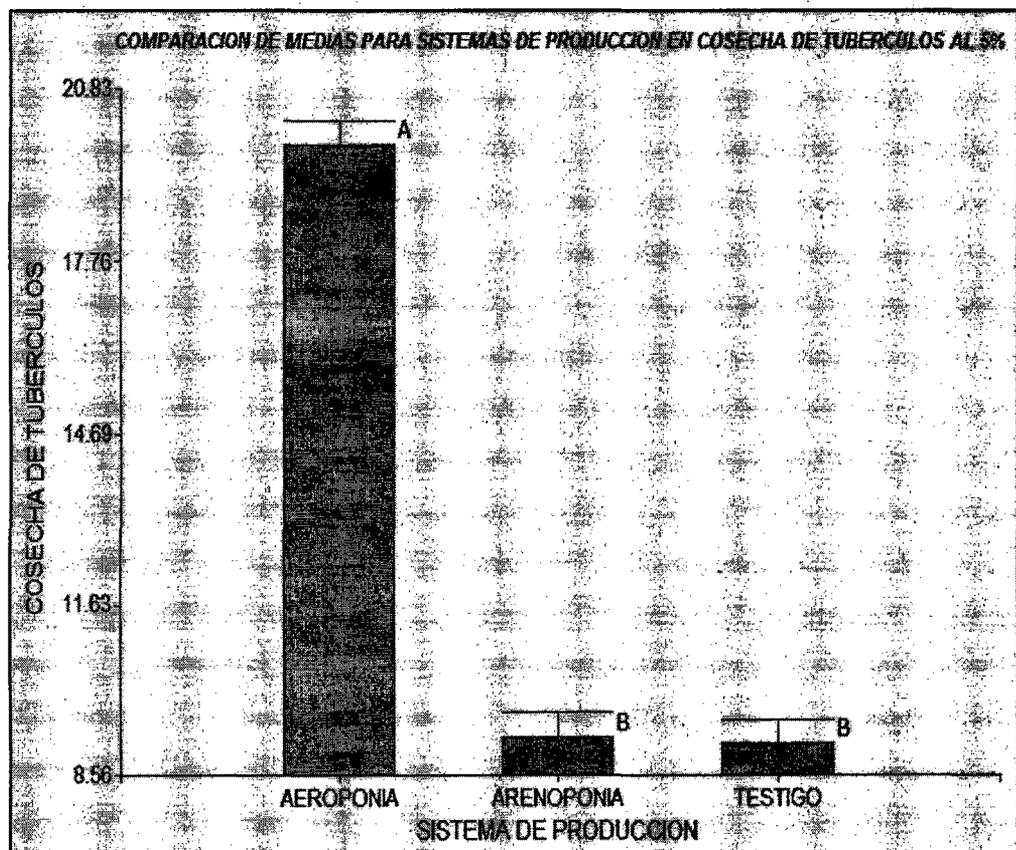


Cuadro 07. Prueba de Duncan para Sistemas de Producción en Cosecha de tubérculos ($\alpha= 5\%$).

ORDEN DE MERITO	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	PROMEDIO (UNIDADES)	SIGNIFICANCIA
1°	Aeroponía	19.84	a
2°	Arenoponía	9.25	b
3°	Testigo	9.12	b

Para la prueba de Duncan, se puede afirmar que los **Sistemas de Producción** tienen diferencias estadísticas significativas formando dos categorías estadísticas que comprende. En la **Categoría I**, determinado por el **Sistema de Aeroponía** con 19.84 unidades de tubérculos. Para la **Categoría II**, determinado por los **Sistemas (Arenoponía y Testigo)** que presentan resultados comprendidas entre 9.25 unidades hasta 9.12 unidades de tubérculos.

Figuras 05. Comparación de medias para Sistemas de Producción en unidades de tubérculos al ($\alpha= 5\%$).

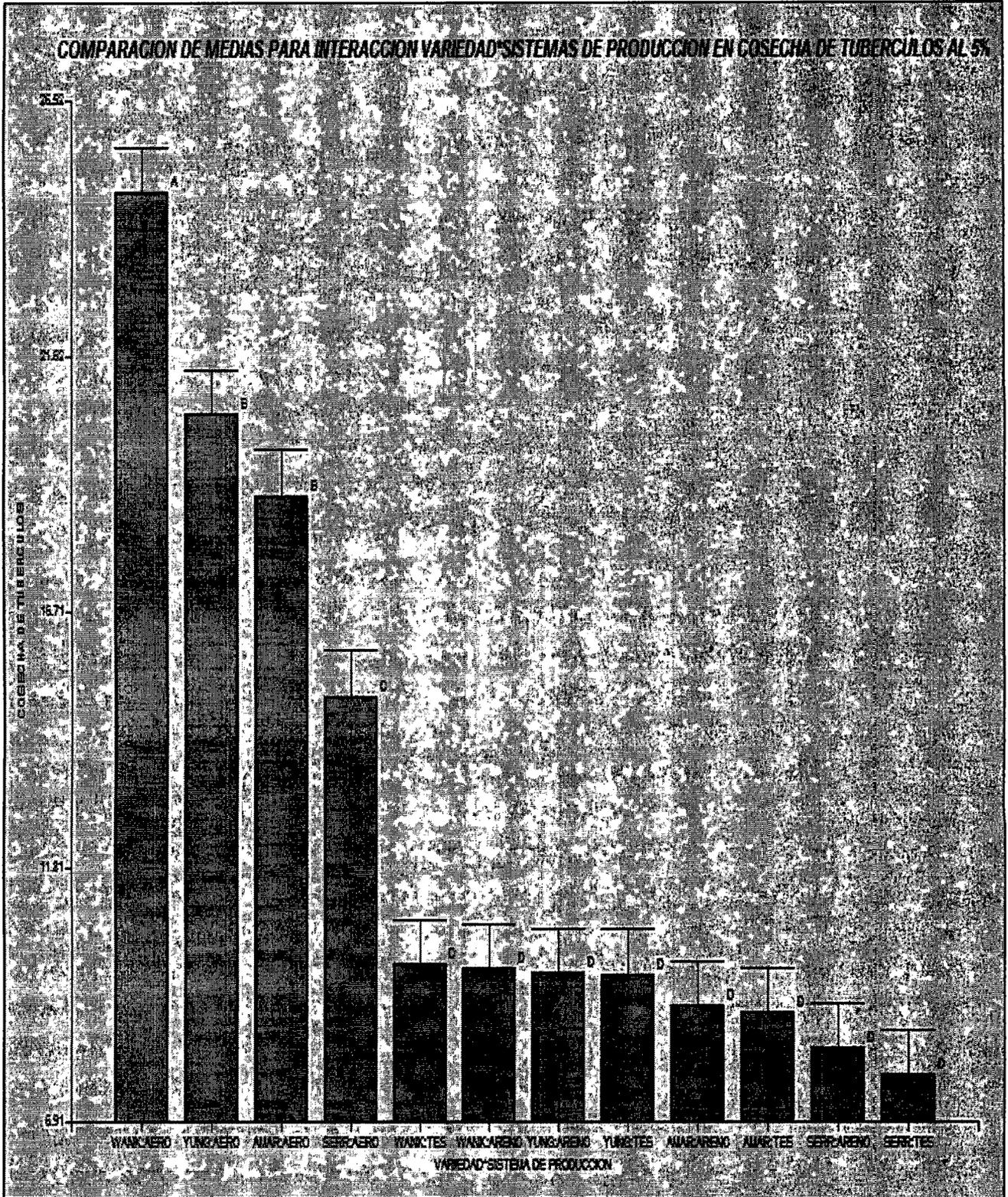


Cuadro 08. Prueba de Duncan para interacción entre Variedad X Sistema de Producción en Unidades de tubérculo. ($\alpha= 5\%$).

ORDEN DE MERITO	INTERACCIÓN	PROMEDIO (unidades)	SIGNIFICANCIA
1°	Wankita*Aeroponia	24.77	a
2°	Yungay*Aeroponia	20.50	b
3°	Amarilis*Aeroponia	18.97	b
4°	Serranita*Aeroponia	15.13	c
5°	Wankita*Testigo	9.93	d
6°	Wankita*Arenoponia	9.83	d
7°	Yungay*Arenoponia	9.77	d
8°	Yungay*Testigo	9.73	d
9°	Amarilis*Arenoponia	9.10	d
10°	Amarilis*Testigo	9.00	d
11°	Serranita*Arenoponia	8.30	d
12°	Serranita*Testigo	7.80	d

De acuerdo a la prueba de Duncan, se puede afirmar que las **Interacciones** entre **Variiedad x Sistema de Producción** tienen diferencias estadísticas significativas, clasificándose de la siguiente manera. En **La categoría I**, determinada por la **interacción** que tiene 24.77 unidades de tubérculos. Para la **categoría II**, determinada por las **interacciones** que tienen de 18.97 unidades hasta 20.50 unidades. Mientras para la **categoría III**, determinada por la **interacción** que tiene 15.13 unidades de tubérculos, y para la **categoría IV**, determinada por las **interacciones** que tienen desde 7.80 unidades hasta 9.93 unidades de tubérculos.

Figuras 06. Comparación de medias para la interacción Variiedad*Sistemas de Producción en unidades de tubérculos al 5%.



C. Peso de tubérculos.

Cuadro 09. Análisis de varianza para Peso de tubérculos ($\alpha= 5\%$).

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ft	SIG.
Variedad	3	167637.31	55879.10	24.57	2.60	*
Sistemas	2	219815.52	109907.76	48.34	3.00	*
Variedad*Sistemas	6	61654.87	10275.81	4.52	2.10	*
Error	348	791297.27	2273.84			
Total	359	1240404.97				

$S_{\bar{x}} = 58.11$ $\bar{X}=207.90$ $CV = 23.05$

En el **Cuadro 09**. Se presenta el Análisis de Varianza del peso de tuberculos por planta de cuatro variedades de papa conducido en tres sistemas de producción. La interpretación es la siguiente. Esto indica que existen diferencias significativas entre **“Variedades”**, o que al menos una de las variedades tiene promedio diferente estadísticamente. Asimismo existe significación entre **Sistemas de Producción**, indicando que al menos uno de los **Sistemas de Producción** tiene promedio estadísticamente diferente. En la interacción **Variedad x Sistemas de Producción**, esto indica que existen diferencias significativas entre las interacciones **“Variedad x Sistema de Producción”** o que al menos una de **Interacciones** tiene promedio diferente estadísticamente.

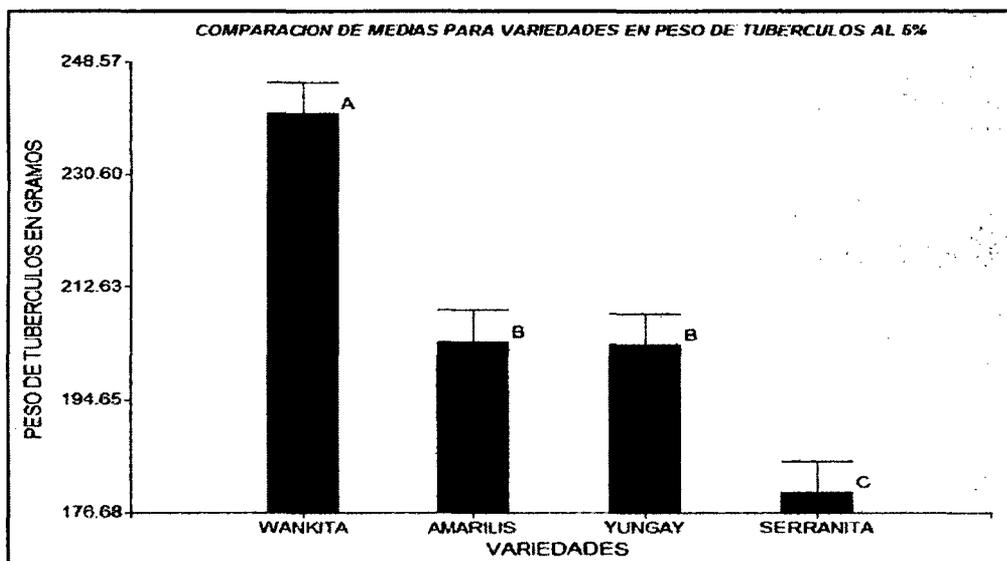
Cuadro 10. Prueba de Duncan para Variedades en Peso de tuberculos ($\alpha= 5\%$).

ORDEN DE MERITO	VARIEDADES	PROMEDIO (g)	SIGNIFICANCIA
1°	Wankita	240.28	a
2°	Amarilis	203.86	b
3°	Yungay	203.28	b
4°	Serranita	179.95	c

En la prueba de prueba de Duncan, se puede afirmar que las **Variedades** tienen diferencias estadísticas significativas, clasificándose de la siguiente manera. En la

Categoría I, formado por la variedad Wankita, que presenta 240.28 gramos. Para la **Categoría II**, formado por las variedades (Amarilis y Yungay) que tienen de 203.28 hasta 203.86 gramos, y para **Categoría III**, formado por la variedad Serranita que presenta 179.95 gramos.

Figuras 07. Comparación de medias para variedades en peso de tubérculos al ($\alpha=5\%$).

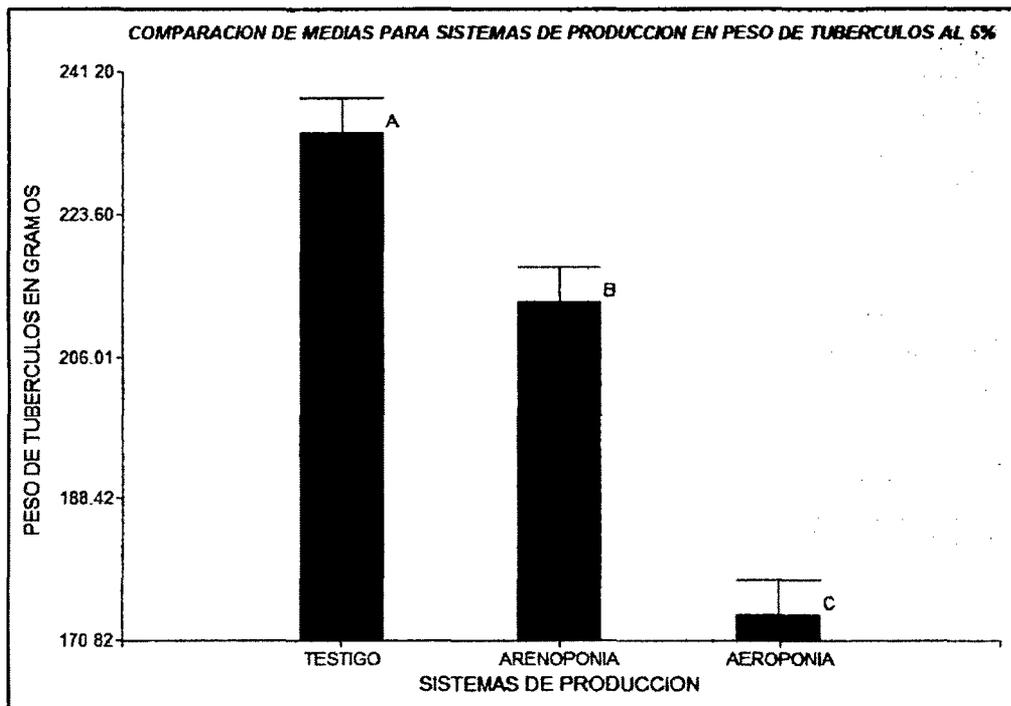


Cuadro 11. Prueba de Duncan para Sistemas de Producción en Peso de tubérculos ($\alpha=5\%$).

ORDEN DE MERITO	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	PROMEDIO (g)	SIGNIFICANCIA
1°	Testigo	233.65	a
2°	Arenoponía	212.86	b
3°	Aeroponía	174.02	c

Para la prueba de prueba de Duncan, se puede afirmar que los **Sistemas de Producción** tienen diferencias estadísticas significativas, formando dos categorías estadísticas que comprende. En **Categoría I**, determinado por el **Testigo** con 233.65 gramos. Para la Categoría II, determinado por el **Sistema de Arenoponía** que presenta 212.86 gramos, y en la Categoría III, determinado por el **Sistema de Aeroponía** que presenta 174.02 gramos.

Figuras 08. Comparación de medias para Sistemas de Producción en Peso de tubérculos al 5%.



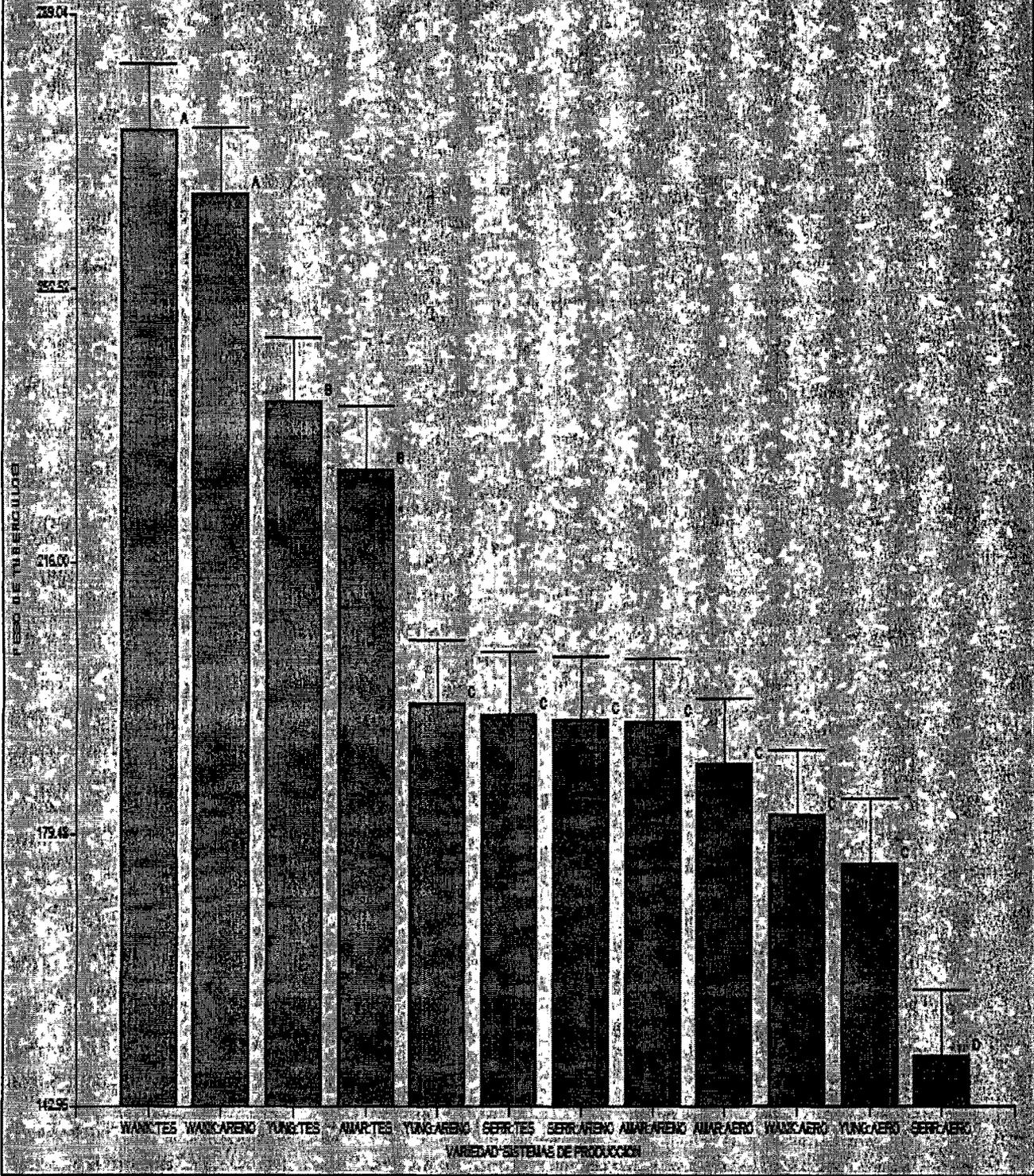
Cuadro 12. Prueba de Duncan para interacción entre Variedad X Sistema de Producción en Peso de tubérculos ($\alpha= 5\%$).

ORDEN DE MERITO	INTERACCIÓN	PROMEDIO (gramos)	SIGNIFICANCIA
1°	Wankita*Testigo	273.70	a
2°	Wankita*Arenoponia	265.12	a
3°	Yungay*Testigo	237.34	b
4°	Amarilis*Testigo	228.14	b
5°	Yungay*Arenoponia	197.02	c
6°	Serranita*Testigo	195.41	c
7°	Serranita*Arenoponia	194.84	c
8°	Amarilis*Arenoponia	194.44	c
9°	Amarilis*Aeroponia	189.00	c
10°	Wankita*Aeroponia	182.01	c
11°	Yungay*Aeroponia	175.48	c
12°	Serranita*Aeroponia	149.59	d

Para la prueba de Duncan, se puede afirmar que las **Interacciones** entre **Variedad x Sistema de Producción** tienen diferencias estadísticas significativas, clasificándose de la siguiente manera. Para **La categoría I**, determinada por las **interacciones** que tienen de 265.12 gramos hasta 273.70 gramos. Asimismo para la **categoría II**, determinada por las **interacciones** que tienen de 228.14 gramos hasta 237.34 gramos. Para **La categoría III**, determinada por las **interacciones** que tiene desde 175.48 gramos hasta 197.02 gramos, y la **categoría IV**, determinada por la **interacción** que tiene 149.59 gramos.

Figuras 09. Comparación de medias para Interacción entre Variedad* Sistema de Producción en peso de tubérculos al 5%.

COMPARACION DE MEDIAS PARA INTERACCION VARIEDAD/SISTEMAS DE PRODUCCION EN PESO DE TUBERCULOS AL 5%



33

4.2. DISCUSIÓN

En el trabajo de investigación realizado en la Estación Experimental Agraria Santa Ana – INIA - Huancayo de los 54 plantas de papa por variedad en los tres sistemas de producción los resultados que se adquirieron son:

En el cuadro N° 1. Se presenta el análisis de varianza de la altura de plantas de cuatro variedades de papa conducido en tres sistemas de producción, en el cual se puede observar que existen diferencias significativas entre Variedades, o que al menos una de las variedades tiene promedio diferente estadísticamente. Por otro lado ,existen diferencias significativas en Sistemas de Producción, indicando que al menos uno de los Sistemas de Producción tiene promedio estadísticamente diferente y del mismo modo existe significancia en la altura de planta por efecto en la interacción Variedad x Sistemas de Producción, esto indica que existen diferencias significativas entre las interacciones “Variedad x Sistema de Producción” de la semilla de papa, o que al menos una de Interacciones tiene promedio diferente estadísticamente; coincide con lo mencionado con **(Torres 2010)**.

En el cuadro N°5. Se muestra el análisis de varianza del número de tubérculos de cuatro variedades de papa en tres sistemas de producción, del cual se desprende que existen diferencias significativas entre “Variedades”, o que al menos una de las variedades tiene promedio diferente estadísticamente, del mismo modo existiendo significación entre Sistemas de Producción, y por ultimo en la interacción Variedad x Sistemas de Producción, existen diferencias significativas entre las interacciones “Variedad x Sistema” o que al menos una de Interacciones tiene promedio diferente estadísticamente. Por lo tanto, requiere en análisis de los efectos simples para tener conclusiones del comportamiento de los niveles en consideración al otro factor, periódicamente coincide con lo mencionado por **(Otazú 2009)**.

En el cuadro N° 9. Se muestra el análisis de varianza del peso de tubérculos de cuatro variedades de papa producido en tres sistemas de producción, del cual se desprende que existen diferencias significativas entre “Variedades”, o que al menos una de las variedades tiene promedio diferente estadísticamente. Y por otro lado existe significación entre Sistemas de

Producción, así mismo hay significancia en la interacción Variedad x Sistemas de Producción, esto indica que existen diferencias significativas entre las interacciones "Variedad x Sistema de Producción" o que al menos una de las interacciones tiene un promedio estadísticamente diferente. Coincide con lo mencionado con **(Otazú y Chuquillanqui 2007)**.

CONCLUSIONES

El trabajo de investigación está hecho en base a los resultados obtenidos, la discusión efectuada y bajo las condiciones en la que se realizó el presente experimento, y concluye:

- ❖ Los tres sistemas de producción de semilla pre básica tienen diferente comportamiento en los cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.)
- ❖ Durante el crecimiento vegetativo (altura de planta) de la papa, las Variedades se desarrollaron en las siguientes categorías: **Categoría I**, formado por las variedades (Wankita y Yungay), del sistema de aeroponía que tienen altura en promedio entre 109.92 centímetros. **Categoría II**, formado por la variedad Serranita de sistema de aeroponía que tiene altura de 106.08 centímetros, **Categoría III**, formado por la variedad Amarilis del sistema de aeroponía que presenta una altura de 96.28 centímetros.
- ❖ En tanto en el número de tubérculos la variedad wankita del sistema de aeroponía ha obtenido un promedio de 14.84 unidades de tubérculo, seguido por la variedad Yungay y amarilis alcanzando promedios 12.36 hasta 13.33 unidades de tubérculos, y por último la variedad serranita que presenta 10.41 unidades de tubérculos.
- ❖ Los mayores rendimientos se obtuvieron con la variedad wankita del sistema de aeroponía que las variedades Yungay, amarilis y serranita.

RECOMENDACIONES

Los resultados y conclusiones obtenidos en el presente trabajo de investigación permiten plantear las siguientes recomendaciones:

- ❖ Complementar con el estudio del presente trabajo bajo diferentes sistemas de producción, fertilización y además factores, priorizando tanto las variedades mejoradas y nativas, y dando a conocer sus factores de precocidad, rendimiento, calidad y sanidad, haciendo una comparación con los testigos.
- ❖ Realizar pruebas de comparación de rendimiento y adaptación de variedades en los diferentes sistemas de producción y pisos ecológicos.
- ❖ Realizar pruebas en distintos regiones enfatizando en las variedades de alto rendimiento y tolerantes a los diferentes factores medio ambientales.
- ❖ Realizar la difusión de los sistemas de producción a los agricultores de la región y del país, para la obtención de semilla de calidad.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- **ALEXANDER, M. (1998).** Introducción a la Microbiología de Suelo (ed.) Biol, Esperanza García. España.
- **CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP). (1997).** Producción de tubérculos – semilla de papa. O. Hidalgo (ed.) Manual de capacitación. Lima, Perú.
- **CHUQUILLANQUI, C. Y OTAZÚ, V. (2007).** Producción de semilla de papa de calidad por aeroponía. En: Alternativas al uso de bromuro de metilo en la producción de semilla de papa de calidad. Centro Internacional de la Papa, Huancayo Perú.
- **ESPINOZA et, al., (1993).** Técnicas de multiplicación de papa. Ed. Manual de capacitación. Lima - Perú.
- **GRACE (1985).** El clima del altiplano del departamento de Puno – Perú. Ed. ACIDI. Convenio.
- **Horna (2004).** Evaluación de cuatro soluciones nutritivas en la producción de tubérculos semilla categoría pre básica con dos cultivares de papa en un manejo aeropónico e hidropónico. Tesis. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias.
- **INIA (2008).** Compendio de información técnica. Serie. Manual N° 8-94 Lima - Perú Pág. 15-17.
- **INIA-CIP-COTESU. (1994).** Presente y futuro de las semillas de papa en el Perú. Lima, Perú.
- **LANDEO ET AL., (1990).** Programa de Mejoramiento Genético del Centro Internacional de la Papa (CIP).

- **OCHOA, C.M. (2003).** Las Papas del Perú: base de datos 1947–1997. Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Lima, Perú.
- **ORTEGA, D.R. (1989).** La Papa: Alimento Andino a Preservar. En: Ecología y Recursos Naturales. Rev. Regional Sur Andina. XI 0 XII, Na23, Cusco, Perú.
- **OTAZU, V. CHUQUILLANQUI. (2007).** Manual de producción de semilla de papa de calidad usando aeroponía. Centro Internacional de la Papa, Huancayo (Perú).
- **OTAZÚ, V. (2009).** Manual de producción de semilla de papa de calidad usando Aeroponía. Centro Internacional de la Papa, Lima Perú.
- **OTAZÚ, V. (2010).** Manual de producción de semilla de papa de calidad usando aeroponía. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. 44 p.
- **PAREDES et, al., (2004).** Producción de semilla pre básica de papa en la Estación Experimental Santa Catalina - INIAP, Ecuador.
- **RAMOS, SANTIAGO. (2011).** Técnicas de multiplicación en papa, a través de brotes de calidad. Folleto N° 03 INIA – Huancayo - Perú.
- **RAYMOND, M. WELLER. (1990).** Brotes, Tuberculillos Pre basicos. (ed.) Manual de capacitación Lima – Perú.
- **RELLOSO Y RITTER. (2000).** Sistema aeropónico en la producción de patata de siembra de categoría pre básica. Libro actas del congreso Ibo Américo de Investigación y desarrollo de patata. Victoria – Gastesis, España. P 285-297.
- **RODRIGUEZ. (2001).** Soluciones nutritivas en Aeroponía folleto publicado por la Universidad Agraria la Molina. Lima – Perú.
- **TORRES MAITA, R. (2010).** Producción de semilla pre básica de papa EEA- Santa Ana Huancayo – Perú.

- **UNALM (1970).** Programa de Mejoramiento genético Universidad Agraria la Molina Lima - Perú.

Artículo científico

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE
AGRONOMIA**

“EVALUACIÓN DE TRES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA PRE BÁSICA EN CUATRO VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) INIA HUANCAYO”.

Flor Nuñez Izarra.

Resumen

El objetivo fue Evaluar los tres sistemas de producción de semilla pre básica en cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el invernadero de la Estación Experimental Agraria Santa Ana – Huancayo; Se evaluaron los parámetros, altura de planta, número de tubérculos por planta y peso de tubérculos por planta de las variedades de INIA 309 – Serranita, INIA 302 – Amarilis, INIA 313 – Wankita y Yungay. Los resultados obtenidos en cms, muestran el de mejor altura general de las variedades de INIA 313 - Wankita y Yungay con un de 117.87cm. Hasta 123.87 cm en el sistema Aeroponico. En el sistema Clásico (testigo) la variedad INIA 313 – Wankita (108.03) cm. En el sistema arenoponico la variedad INIA 313 – Wankita (104.33) cm. En cuanto al número de tubérculos por planta la variedad que más sobresalió es la variedad INIA 313 – Wankita con 125 tubérculos del sistema de aeroponia. Seguido la variedad Yungay con 121 tubérculos del sistema de aeroponia, en el sistema clásico (testigo) la variedad INIA 113 - Wankita con 14 tubérculos, y del sistema arenoponico la variedad INIA 313 - Wankita con 13 tubérculos por planta. En cuanto al peso de tubérculos por planta la variedad que mas sobresalió es INIA 113 – Wankita con 345.2 gramos del sistema clásico (testigo).En el sistema arenoponico la variedad INIA 113 – Wankita con 334.5 gramos. Del sistema aeroponico la variedad INIA 302 – Amarilis con 322.8 gramos.

Abstrac

The objective was to evaluate the three systems of pre basic seed production of four varieties of potato (*Solanum tuberosum* L.) in the greenhouse of the Agricultural Experiment Station Santa Ana - Huancayo ; parameters , plant height , number of tubers were evaluated by plant and weight of tubers per plant varieties INIA 309 - Serranita , INIA 302 - Amaryllis, INIA 313 - Wankita and Yungay. The results obtained in cms , are the best overall height of varieties INIA 313 - and Yungay with Wankita of 117.87cm . To 123.87 cm in the aeroponic system . In the Classic system (control) the variety INIA 313 - Wankita (108.03) cm . The system arenoponico variety INIA 313 - Wankita (104.33) cm . As for the number of tubers per plant variety is the most excelled variety INIA 313 - 125 Wankita tubers aeroponics system . Followed the variety Yungay 121 tubers aeroponics system in the classical system (control) the INIA 113 range - 14 Wankita tubers, and the system arenoponico variety INIA 313 - Wankita 13 tubers per plant . The weight of tubers per plant variety that is more excelled INIA 113 - Wankita with 345.2 grams of the classical system (control) in the system arenoponico variety INIA 113 - . Wankita with 334.5 grams. The aeroponic system the INIA 302 range - Amariilis with 322.8 grams.

Introducción

La producción de semilla pre básica de papa debe partir necesariamente de un material de alta calidad (in vitro, tuberculillos, esquejes, brotes) libre de enfermedades y ser producido en invernadero. Esta producción en invernadero es generalmente realizada usando un substrato de origen vegetal (básicamente musgo o turba). La producción mundial de papa ha crecido. Mientras que en los países en desarrollo está aumentando y representa el 35% de la producción mundial. En los últimos siete años, la producción creció 3,3% en el promedio anual, su consumo per cápita es 8,9%, el área sembrada y sus rendimientos en 2,6%, respectivamente. De acuerdo con un estudio realizado por la consultora Maximixe, la producción peruana de papa y su consumo ha aumentado a un ritmo estable en los últimos siete años; entre el 2004 a 2011, la producción del tubérculo paso de 3,01 millones de TM a 4.01 millones de TM, lo que significo un crecimiento 3,3% en el promedio anual. En este mismo periodo, la superficie sembrada paso de 271,9 mil has a 317,9 mil has, equivalente a un crecimiento anual de 2,6% lo que trajo como consecuencia que el rendimiento subiera 14,5 TM/ha a 17,8 TM/ha (2,6% de incremento). La semilla de de papa de mejor calidad es la pre básica (cumple los máximos requisitos de calidad), la cual se obtiene en invernaderos o cobertores, luego esta semilla se multiplica y se obtienen la semilla básica, registrada, certificada y autorizada las cuales deben pasar por un sistema formal de certificación.

Materiales y métodos

La investigación fue desarrollada en la Estación Experimental Agraria del INIA Huancayo, para lo cual se utilizaron los cultivares INIA 313 – Wankita, INIA 302 – Amarilis, INIA 309 – Serranía y Yungay de la categoría pre básica. Los tuberculillos fueron sembradas en arena, cuando las plántulas alcanzaron unos 10cm de altura fueron separados del tuberculillo madre y se utilizó como brote. Las plántulas fueron colocadas (trasplantadas) en el sistema clásico, arenopónico, aeropónico. A un distanciamiento de 20 x 20. La solución nutritiva se preparo para 400lts de agua.

fertilizantes	g/400lts.
Nitrato de amonio*	140

Nitrato de potasio	216
Super fosfato triple de calcio	112
Sulfato de magnesio	96
Fetrilon combi	4.8

Se puede mencionar el electro bomba funciona durante las 24 horas del día con un intervalo de 15 minutos de trabajo y 15 minutos de descanso. La solución final se mantuvo a un pH cuyo rango fue de 5.5 a 6.5, cuando se requirió bajar el pH se usó ácido fosfórico al 70%, en cuanto a la conductividad eléctrica (C.E.) esta debe mantenerse entre 1.00 – 2.00 mS/cm. En la fase de crecimiento se evaluó la altura de planta y a la cosecha se cuantificó el número de tubérculos por planta y peso de tubérculos por planta.

Resultado y discusión

a. Altura de planta.

Cuadro 01. Análisis de varianza para altura de plantas (cm) de cuatro variedades de papa producidos en tres sistemas de producción ($\alpha = 5\%$).

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ft	SIG.
Variedad	3	11327.73	3775.91	77.62	2.60	*
Sistemas	2	8330.91	4165.45	85.63	3.00	*
Variedad x Sistemas	6	4619.72	769.95	15.83	2.10	*
Error	348	16928.80	48.65			
Total	359	41207.16				

$$S_{\bar{x}} = 8.80$$

$$\bar{X} = 105.58$$

$$CV = 6.61$$

En el **Cuadro 01.** Se presenta el Análisis de Varianza de la altura de plantas de cuatro variedades de papa conducido en tres sistemas de producción, en la cual se puede indicar que existen diferencias significativas entre "Variedades", o que al menos una de las variedades tiene promedio diferente estadísticamente. Podemos indicar que existe significación entre Sistemas de Producción, indicando que al menos uno de los Sistemas de Producción tiene promedio estadísticamente diferente. Para la interacción Variedades x Sistemas de Producción, esto indica que existen diferencias significativas entre las interacciones "Variedad x Sistema de Producción" o que al menos una de Interacciones tiene promedio diferente estadísticamente.

de crecimiento se evaluó la altura de planta y a la cosecha se cuantificó el número de tubérculos por planta y peso de tubérculos por planta.

Resultado y discusión

a. Altura de planta.

Cuadro 01. Análisis de varianza para altura de plantas (cm) de cuatro variedades de papa producidos en tres sistemas de producción ($\alpha = 5\%$).

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ft	SIG.
Variedad	3	11327.73	3775.91	77.62	2.60	*
Sistemas	2	8330.91	4165.45	85.63	3.00	*
Variedad x Sistemas	6	4619.72	769.95	15.83	2.10	*
Error	348	16928.80	48.65			
Total	359	41207.16				

$$S_{\bar{x}} = 8.80$$

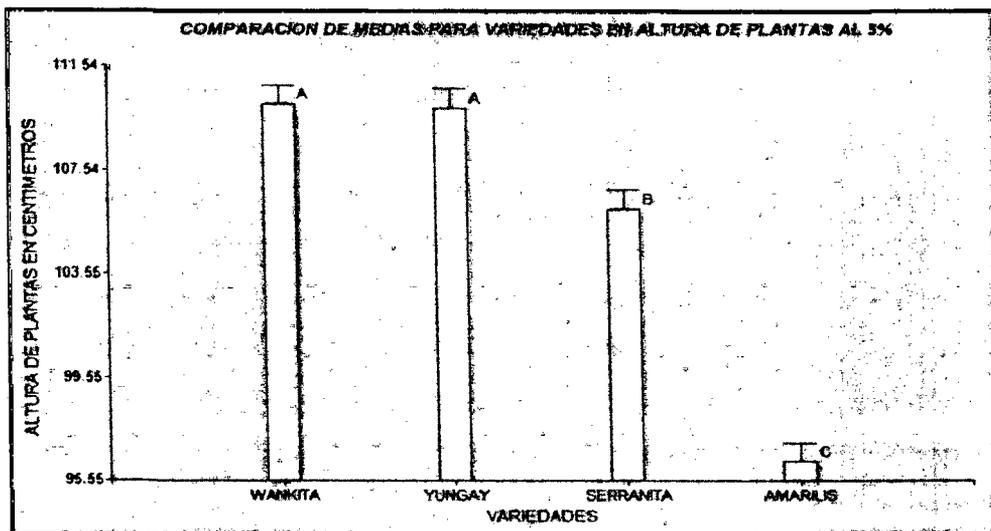
$$\bar{X} = 105.58$$

$$CV = 6.61$$

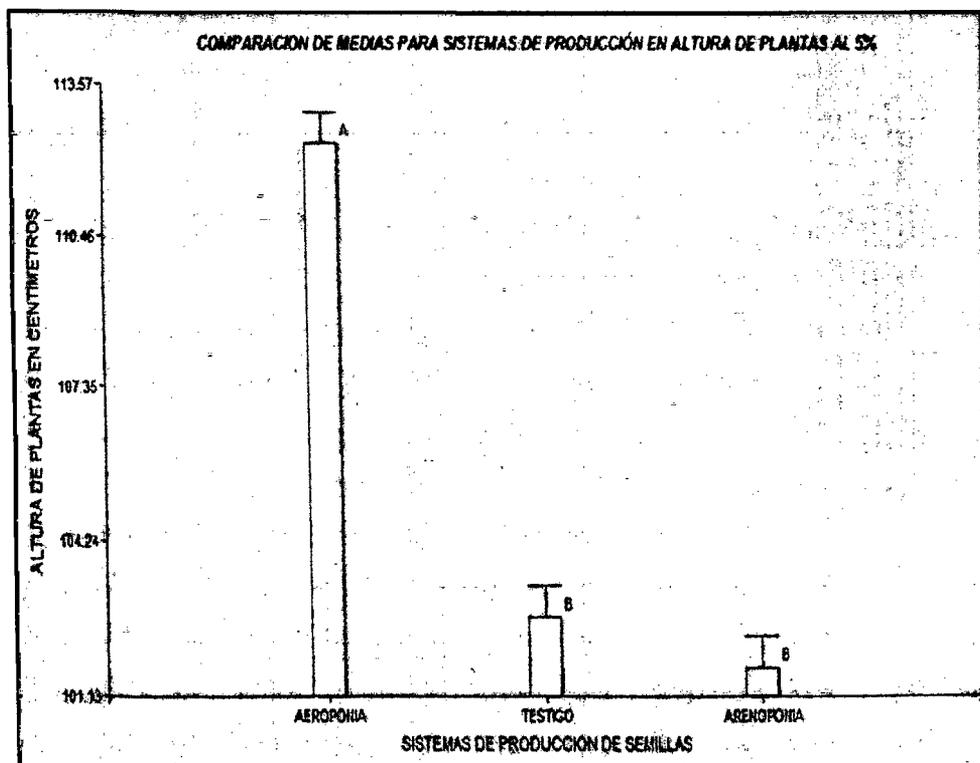
En el **Cuadro 01**. Se presenta el Análisis de Varianza de la altura de plantas de cuatro variedades de papa conducido en tres sistemas de producción, en la cual se puede indicar que existen diferencias significativas entre "Variedades", o que al menos una de las variedades tiene promedio diferente estadísticamente. Podemos indicar que existe significación entre Sistemas de Producción, indicando que al menos uno de los Sistemas de Producción tiene promedio estadísticamente diferente. Para la interacción Variedades x Sistemas de Producción, esto indica que existen diferencias significativas entre las interacciones "Variedad x Sistema de Producción" o que al menos una de Interacciones tiene promedio diferente estadísticamente.

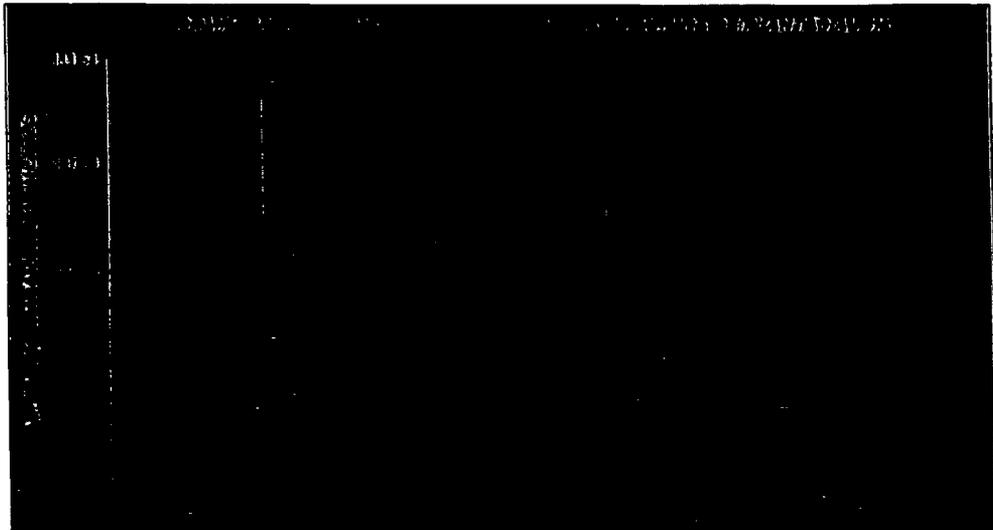
Figuras 01. Comparación de medias para variedades en altura de plantas al ($\alpha = 5\%$).

Figuras 01. Comparación de medias para variedades en altura de plantas al ($\alpha= 5\%$).



Figuras 02. Comparación de medias para Sistemas de Producción en altura de plantas al ($\alpha= 5\%$).

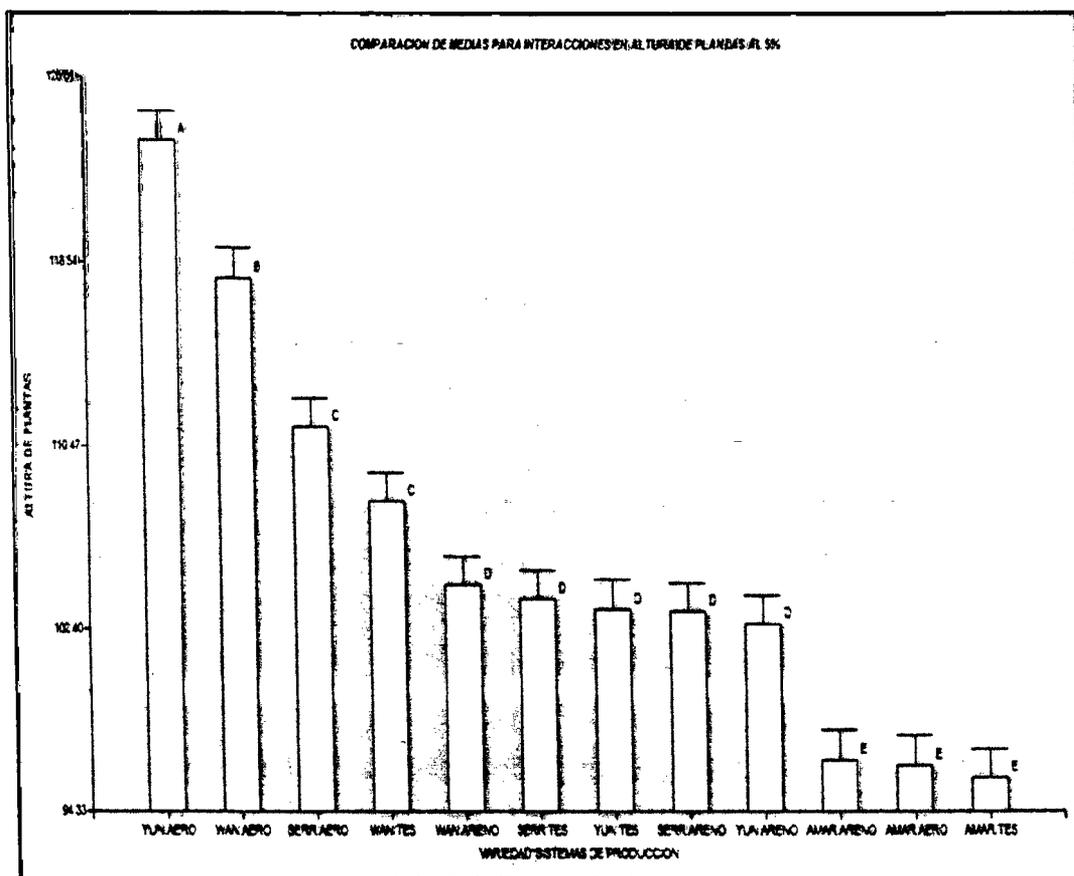




Figuras 02. Comparación de medias para Sistemas de Producción en altura de plantas al ($\alpha= 5\%$).



Figura 03. Comparación de medias para interacciones para altura de plantas al % 5).



c. Número de tubérculos por planta.

Cuadro 05. Análisis de varianza para Número de tubérculos ($\alpha=5\%$).

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ft	SIG.
Variedad	3	931.70	310.57	13.99	2.60	*
Sistemas	2	9089.07	4544.54	204.74	3.00	*
Variedad*Sistemas	6	626.79	104.47	4.71	2.10	*
Error	348	7724.37	22.20			
Total	359	18371.93				

$S_x = 3.60$

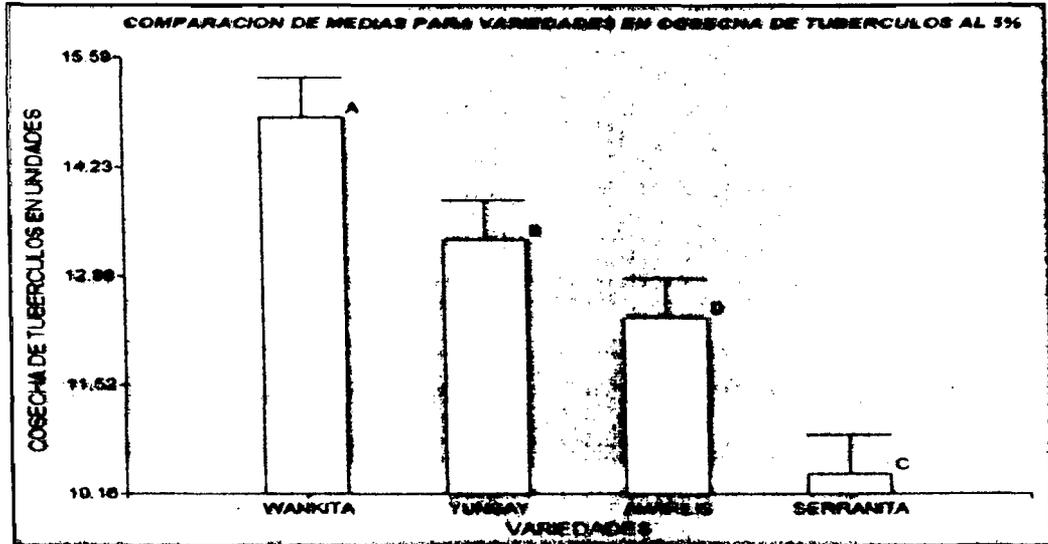
$\bar{X}=12.75$

$CV = 36.99$

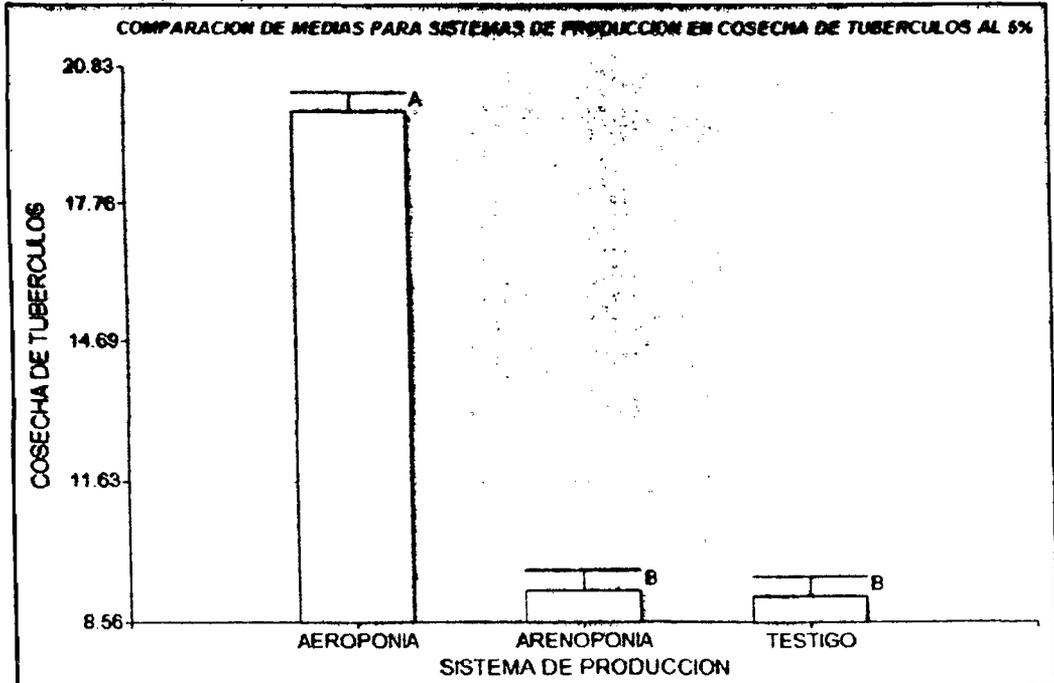
En el Cuadro 05. Se presenta el Analisis de Varianza para el número de tubérculos por plantas de cuatro variedades de papa conducido en tres sistemas de producción, nos indica que existen diferencias significativas entre "Variedades", o que al menos una de las variedades tiene promedio diferente estadísticamente. existiendo alta significación entre Sistemas de Producción, indicando que al menos uno de los Sistemas de Producción tiene promedio estadísticamente diferente. En la

interacción Variedad x Sistemas de Producción, esto indica que existen diferencias significativas entre las interacciones "Variedad x Sistema de Producción" o que al menos una de Interacciones tiene promedio diferente estadísticamente.

.Figuras 04. Comparación de medias para variedades en unidades de tubérculos.

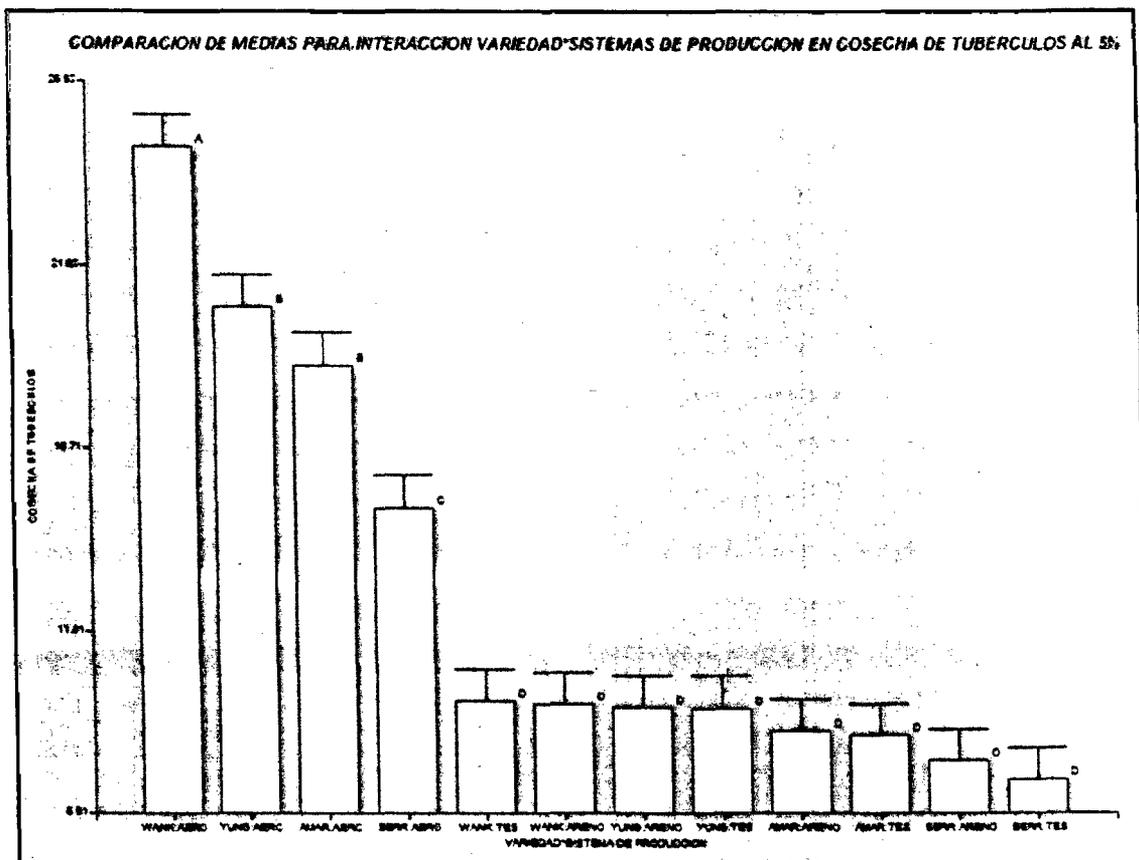


Figuras 05. Comparación de medias para Sistemas de Producción en unidades de tubérculos al ($\alpha= 5\%$).



17

Figuras 06. Comparación de medias para la interacción Variedad*Sistemas de Producción en unidades de tubérculos.



D. Peso de tubérculos

Cuadro 09. Análisis de varianza para Peso de tubérculos ($\alpha= 5\%$).

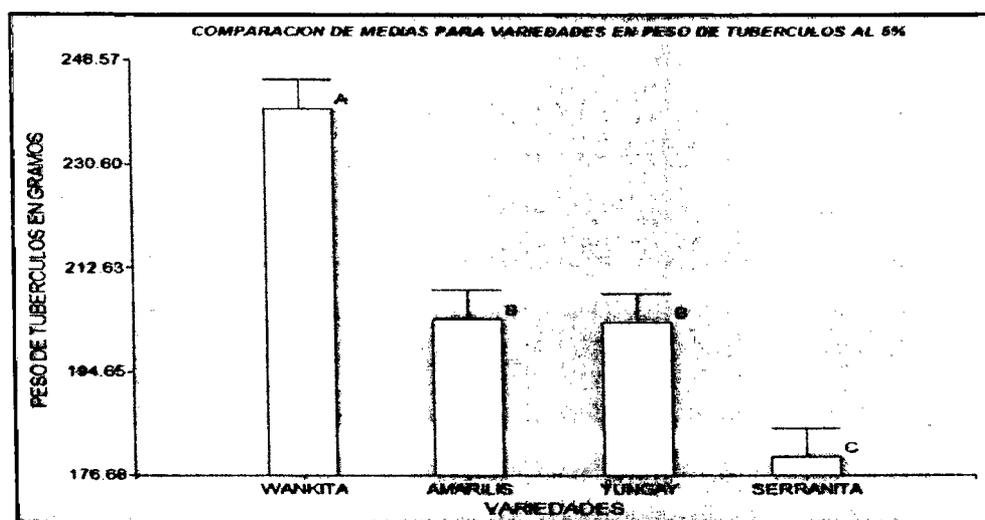
Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ft	SIG.
Variedad	3	167637.31	55879.10	24.57	2.60	*
Sistemas	2	219815.52	109907.76	48.34	3.00	*
Variedad*Sistemas	6	61654.87	10275.81	4.52	2.10	*
Error	348	791297.27	2273.84			
Total	359	1240404.97				

$S_{\bar{x}} = 58.11$ $\bar{x}=207.90$ $CV = 23.05$

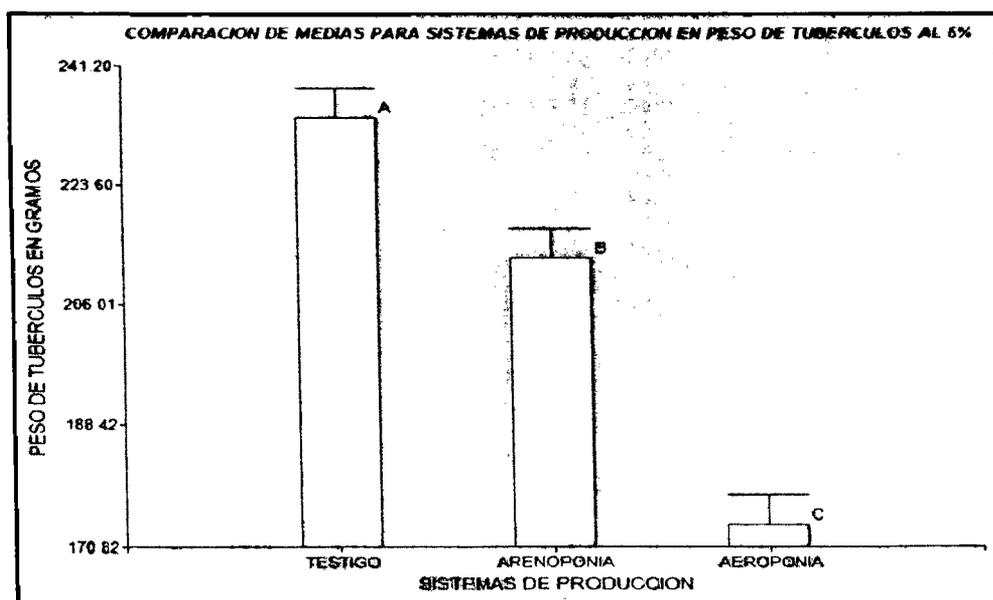
En el **Cuadro 09.** Se presenta el Análisis de Varianza del peso de tubérculos por planta de cuatro variedades de papa conducido en tres sistemas de producción. La interpretación es la siguiente. Esto indica que existen diferencias significativas entre "Variedades", o que al menos una de las variedades tiene promedio diferente estadísticamente. Asimismo existe significación

entre Sistemas de Producción, indicando que al menos uno de los Sistemas de Producción tiene promedio estadísticamente diferente. En la interacción Variedad x Sistemas de Producción, esto indica que existen diferencias significativas entre las interacciones "Variedad x Sistema de Producción" o que al menos una de Interacciones tiene promedio diferente estadísticamente.

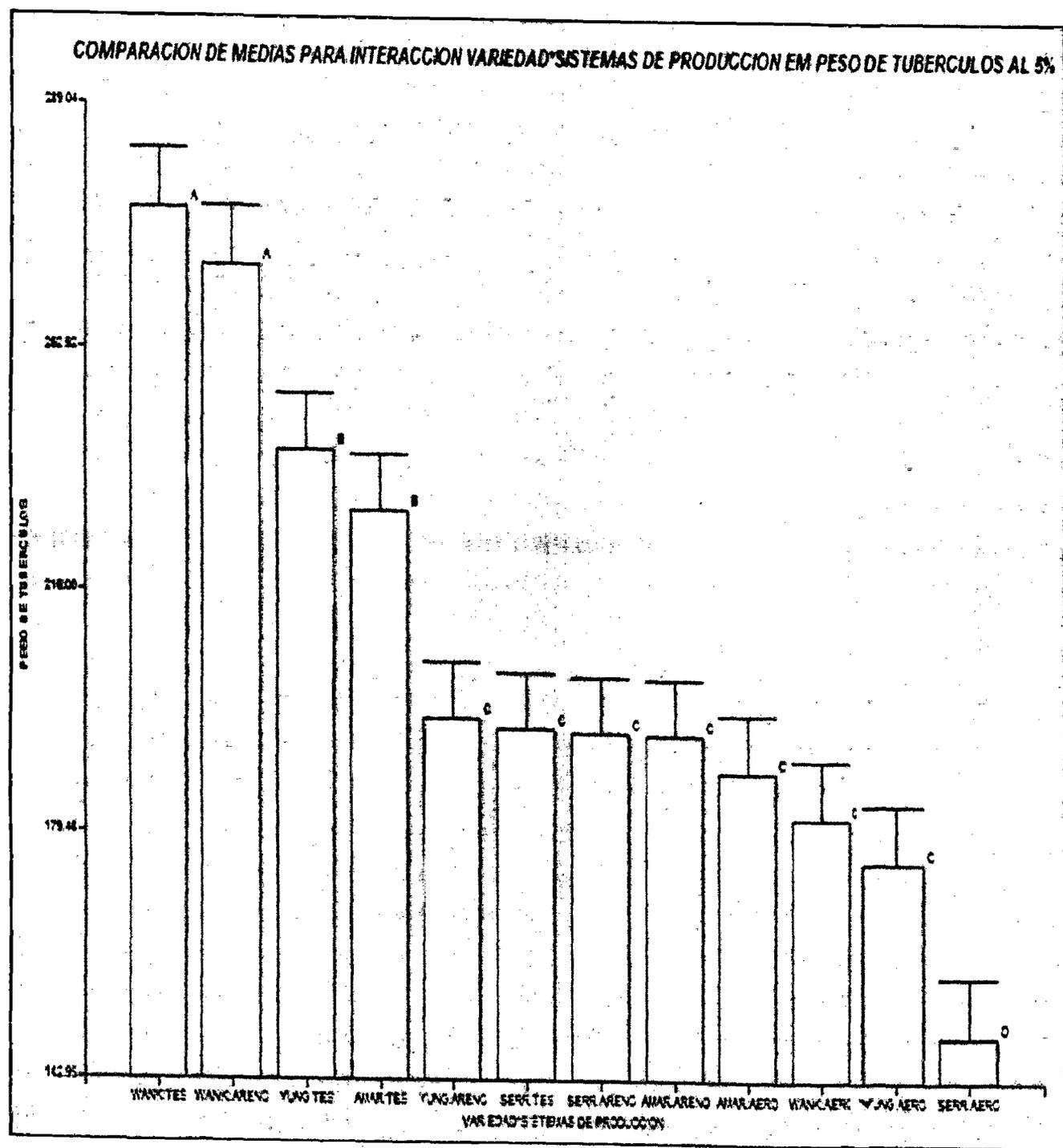
Figuras 07. Comparación de medias para variedades en peso de tubérculos.



Figuras 08. Comparación de medias para Sistemas de Producción en Peso de tubérculos



Figuras 09. Comparación de medias para Interacción entre Variedad*Sistema de Producción en peso de tubérculos.



Discusión

En el cuadro N° 1. Se presenta el análisis de varianza de la altura de plantas de cuatro variedades de papa conducido en tres sistemas de producción, en el cual se puede observar que existen diferencias significativas entre Variedades, o que al menos una de las variedades tiene promedio diferente estadísticamente. Por otro lado, existen diferencias significativas en Sistemas de Producción, indicando que al menos uno de los Sistemas de Producción tiene promedio estadísticamente diferente y del mismo modo existe significancia en la altura de planta por efecto en la interacción Variedad x Sistemas de Producción, esto indica que existen diferencias significativas entre las interacciones "Variedad x Sistema de Producción" de la semilla de papa, o que al menos una de Interacciones tiene promedio diferente estadísticamente; coincide con lo mencionado con **(Torres 2010)**.

En el cuadro N°5. Se muestra el análisis de varianza del número de tubérculos de cuatro variedades de papa en tres sistemas de producción, del cual se desprende que existen diferencias significativas entre "Variedades", o que al menos una de las variedades tiene promedio diferente estadísticamente, del mismo modo existiendo significación entre Sistemas de Producción, y por último en la interacción Variedad x Sistemas de Producción, existen diferencias significativas entre las interacciones "Variedad x Sistema" o que al menos una de Interacciones tiene promedio diferente estadísticamente. Por lo tanto, requiere en análisis de los efectos simples para tener conclusiones del comportamiento de los niveles en consideración al otro factor, periódicamente coincide con lo mencionado por **(Otazú 2009)**.

En el cuadro N° 9. Se muestra el análisis de varianza del peso de tubérculos de cuatro variedades de papa producido en tres sistemas de producción, del cual se desprende que existen diferencias significativas entre "Variedades", o que al menos una de las variedades tiene promedio diferente estadísticamente. Y por otro lado existe significación entre Sistemas de Producción, así mismo hay significancia en la interacción Variedad x Sistemas de Producción, esto indica que existen diferencias significativas entre las interacciones "Variedad x sistemas" tiene promedio diferente estadísticamente coincide con **(Chuqillanqui 2007)**.

CONCLUSIONES

El trabajo de investigación está hecho en base a los resultados obtenidos, la discusión efectuada y bajo las condiciones en la que se realizó el presente experimento, y concluye:

- ❖ Los tres sistemas de producción de semilla pre básica tienen diferente comportamiento en los cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.)
- ❖ Durante el crecimiento vegetativo (altura de planta) de la papa, las Variedades se desarrollado en las siguientes categorías: **Categoría I**, formado por las variedades (Wankita y Yungay), del sistema de aeroponía que tienen altura en promedio entre 109.92centímetros. **Categoría II**, formado por la variedad Serranita de sistema de aeroponía que tiene altura de 106.08 centímetros, **Categoría III**, formado por la variedad Amarilis del sistema de aeroponía que presenta una altura de 96.28 centímetros.
- ❖ En tanto en el número de tubérculos la variedad wankita del sistema de aeroponía ha obtenido un, promedio de 14.84 unidades de tubérculo, seguido por la variedad Yungay y amarilis alcanzando promedios 12.36 hasta 13.33 unidades de tubérculos, y por último la variedad serranita que presenta 10.41 unidades de tubérculos.
- ❖ Los mayores rendimientos se obtuvieron con la variedad wankita del sistema de aeroponía que las variedades Yungay, amarilis y serranita.

Recomendaciones

Los resultados y conclusiones obtenidos en el presente trabajo de investigación permiten plantear las siguientes recomendaciones:

- ❖ Complementar con el estudio del presente trabajo bajo diferentes sistemas de producción, fertilización y además factores, priorizando tanto las variedades mejoradas y nativas, y dando a conocer sus factores de precocidad, rendimiento, calidad y sanidad, haciendo una comparación con los testigos.
- ❖ Realizar pruebas de comparación de rendimiento y adaptación de variedades en los diferentes sistemas de producción y pisos ecológicos.
- ❖ Realizar pruebas en distintos regiones enfatizando en las variedades de alto rendimiento y tolerantes a los diferentes factores medio ambientales.
- ❖ Realizar la difusión de los sistemas de producción a los agricultores de la región y del país, a la obtención de semilla de calidad.

Referencia Bibliográfica

- **ALEXANDER, M. (1998).** Introducción a la Microbiología de Suelo (ed.) Biol, Esperanza García. España.
- **CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP). (1997).** Producción de tubérculos – semilla de papa. O. Hidalgo (ed.) Manual de capacitación. Lima, Perú.
- **CHUQUILLANQUI, C. Y OTAZÚ, V. (2007).** Producción de semilla de papa de calidad por aeroponía. En: Alternativas al uso de bromuro de metilo en la producción de semilla de papa de calidad. Centro Internacional de la Papa, Huancayo Perú.
- **ESPINOZA et, al., (1993).** Técnicas de multiplicación de papa. Ed. Manual de capacitación. Lima - Perú.
- **GRACE (1985).** El clima del altiplano del departamento de Puno – Perú. Ed. ACDI. Convenio.
- **Horna (2004).** Evaluación de cuatro soluciones nutritivas en la producción de tubérculos semilla categoría pre básica con dos cultivares de papa en un manejo aeropónico e hidropónico. Tesis. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias.
- **INIA (2008).** Compendio de información técnica. Serie. Manual N° 8-94 Lima - Perú Pág. 15-17.
- **INIA-CIP-COTESU. (1994).** Presente y futuro de las semillas de papa en el Perú. Lima, Perú.
- **LANDEO ET AL., (1990).** Programa de Mejoramiento Genético del Centro Internacional de la Papa (CIP).
- **OCHOA, C.M. (2003).** Las Papas del Perú: base de datos 1947–1997. Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Lima, Perú.

- **ORTEGA, D.R. (1989).** La Papa: Alimento Andino a Preservar. En: Ecología y Recursos Naturales. Rev. Regional Sur Andina. XI 0 XII, Na23, Cusco, Perú.
- **OTAZU, V. CHUQUILLANQUI. (2007).** Manual de producción de semilla de papa de calidad usando aeroponía. Centro Internacional de la Papa, Huancayo (Perú).
- **OTAZÚ, V. (2009).** Manual de producción de semilla de papa de calidad usando Aeroponía. Centro Internacional de la Papa, Lima Perú.
- **OTAZÚ, V. (2010).** Manual de producción de semilla de papa de calidad usando aeroponía. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. 44 p.
- **PAREDES et, al., (2004).** Producción de semilla pre básica de papa en la Estación Experimental Santa Catalina - INIAP, Ecuador.
- **RAMOS, SANTIAGO. (2011).** Técnicas de multiplicación en papa, a través de brotes de calidad. Folleto N° 03 INIA – Huancayo - Perú.
- **RAYMOND, M. WELLER. (1990).** Brotes, Tuberculillos Pre basicos. (ed.) Manual de capacitación Lima – Perú.
- **RELLOSO Y RITTER. (2000).** Sistema aeropónico en la producción de patata de siembra de categoría pre básica. Libro actas del congreso Ibo Américo de Investigación y desarrollo de patata. Victoria – Gastesis, España. P 285-297.
- **RODRIGUEZ. (2001).** Soluciones nutritivas en Aeroponía folleto publicado por la Universidad Agraria la Molina. Lima – Perú.
- **TORRES MAITA, R. (2010).** Producción de semilla pre básica de papa EEA- Santa Ana Huancayo – Perú.
- **UNALM (1970).** Programa de Mejoramiento genético Universidad Agraria la Molina Lima - Perú.

ANEXOS

Testimonio fotográfico para el sistema clásico

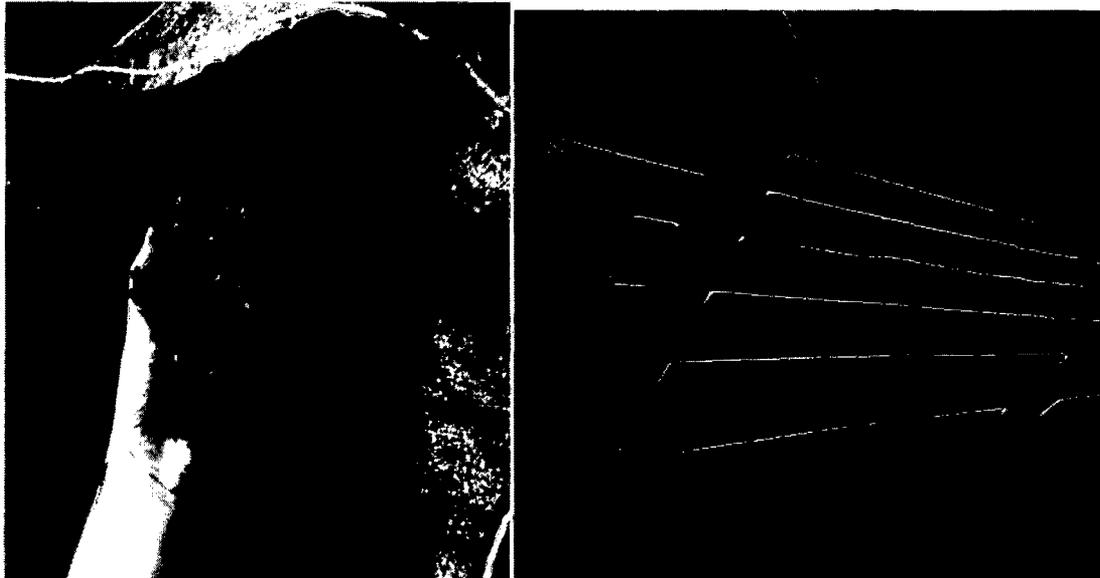


Foto N°01. Sustrato picado y desinfectado. Foto N°02. Cama lavado y Desinfectado.

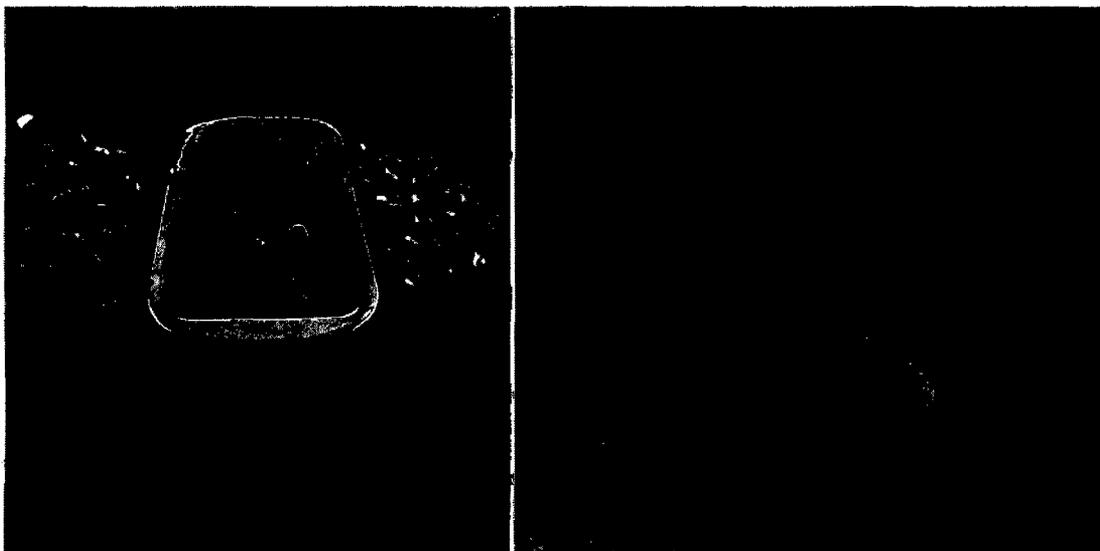


Foto N° 03. Selección de brotes.

Foto N°04. Desinfección de brotes con Fungicida.



Foto N° 05. Lavado y desinfección de arena.

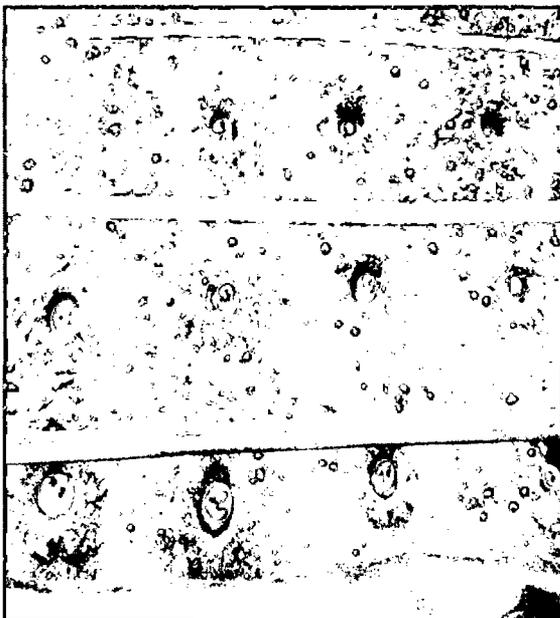


Foto N° 06. Enraizamiento de brotes en arena para los tres sistemas.



Foto N° 07. Riego por goteo a brotes enraizados.



Foto N° 08. Plantas de un tamaño adecuado para el trasplante.



Foto N° 09. Extracción de plantas (brotes).



Foto N° 10. Lavado de plantas.



Foto N° 11. Trasplante de plantas al sistema clásico.



Foto N°12. Aplicación con fungicida después del trasplante.

Testimonio Fotográfico para el sistema de Arenoponia.

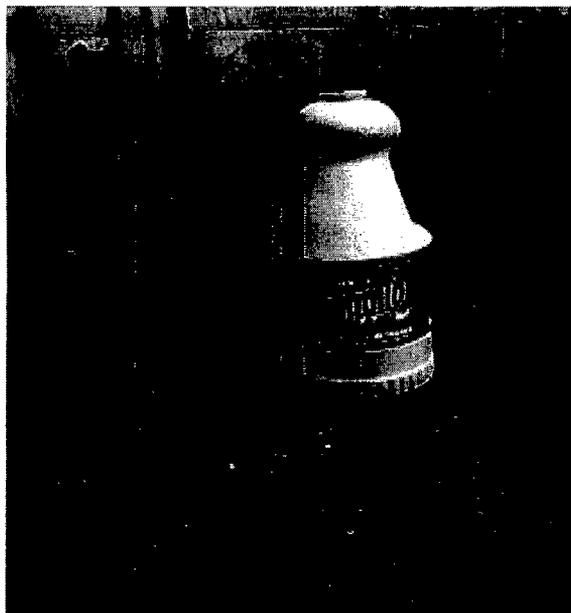


Foto N°13. Lavado y desinfección con hipoclorito de sodio al sistema de arenoponia.



Foto N°14. Cama listo para el trasplante de Plantas.

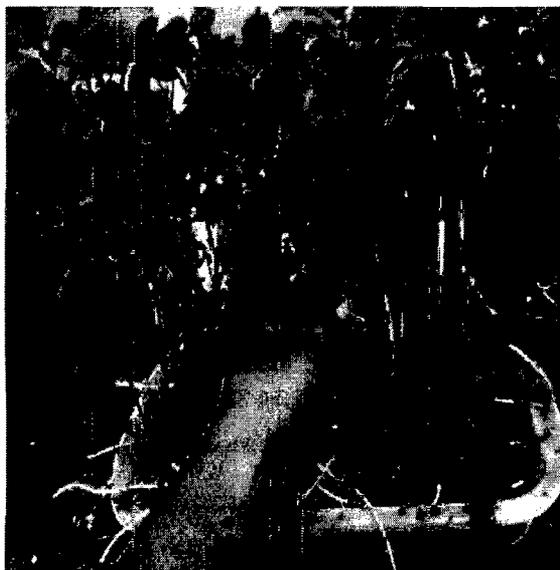


Foto N° 15. Extracción de plantas.

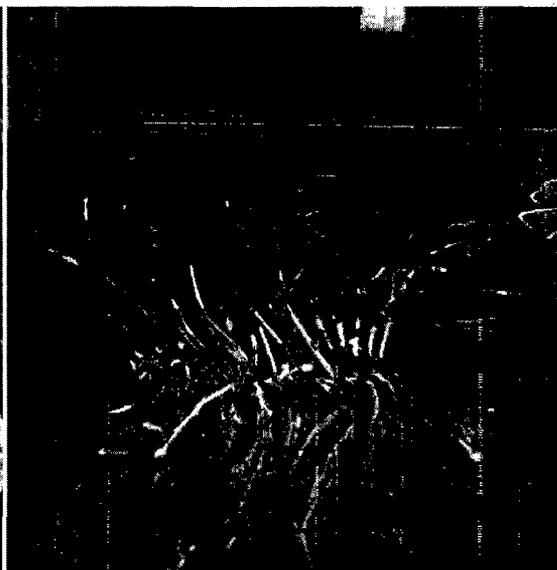


Foto N° 16. Lavado de plantas para el trasplante a la cama del sistema arenopónico.



Foto N° 17. Trasplante de plantas.



Foto N° 18. Aplicación con fungicidas después del trasplante.



Foto N°19. Evaluación de altura de planta.



Foto N°20. Tutorado de plantas.

Testimonio fotográfico para el sistema de Aeroponía



Foto N° 21. Extracción de plantas.



Foto N° 22. Lavado y poda de plantas.

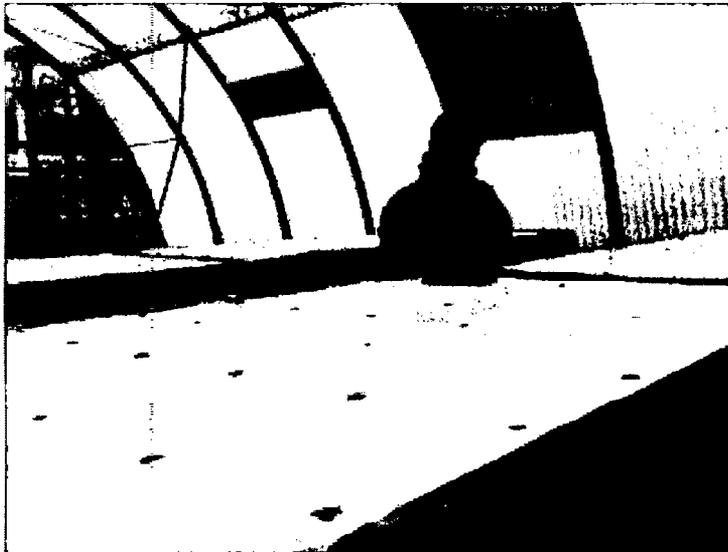


Foto N° 23. Limpieza y desinfección de la cama de aeroponía.



Foto N° 24. Preparación de Nutrientes para aeroponía.



Foto N° 25. Corte de esponjas.



Foto N° 26. Trasplante de plantas a las camas.



Foto N° 27. Tutorado de plantas en aeroponia.



Foto N° 28. Cabellera radicular en el sistema aeropónico.



Foto N°29. Aporque de plantas de aeroponia.



Foto N° 30. Evaluación de altura de planta.



Foto N°31. Medición del pH de la solución nutritiva.



Foto N° 32. Tuberización en el sistema aeropónico.

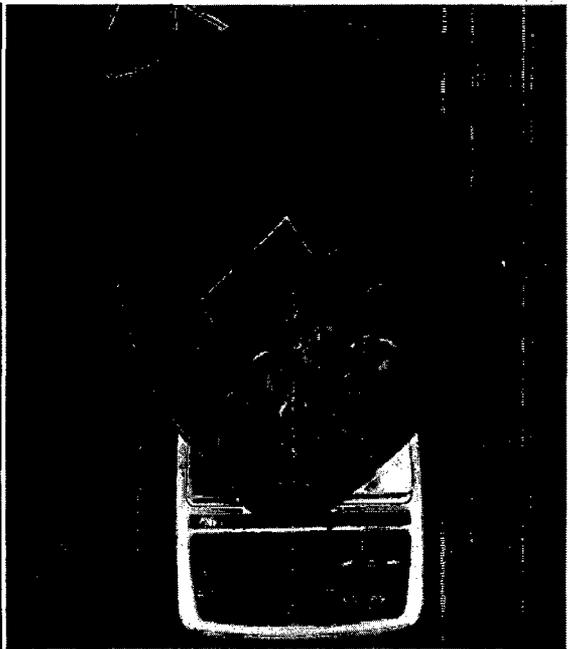


Foto N° 33. Cosecha de tubérculos en aeroponía.

Foto N°34. Peso de tubérculo de la variedad amarilis del sistema de aeroponía.



Foto N° 35. Plantas en estado de floración en el Sistema clásico.

Foto N° 36. Plantas en estado de floración en el Sistema de arenoponía.

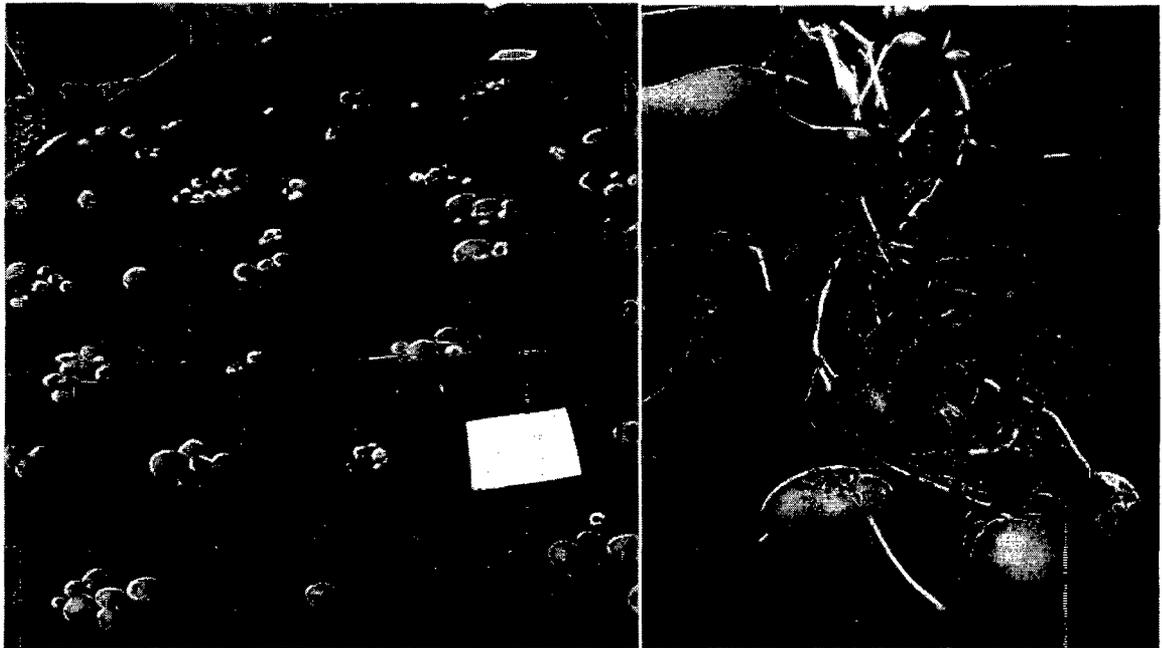


Foto N° 37. Cosecha de tubérculos del sistema clásico. Foto N° 38. Variedad INIA – 302 Amarilis.



Foto N° 39. Cosecha de tubérculos de arenoponia. Foto N° 40. Peso de tubérculos de la variedad Yungay del sistema de arenoponia.